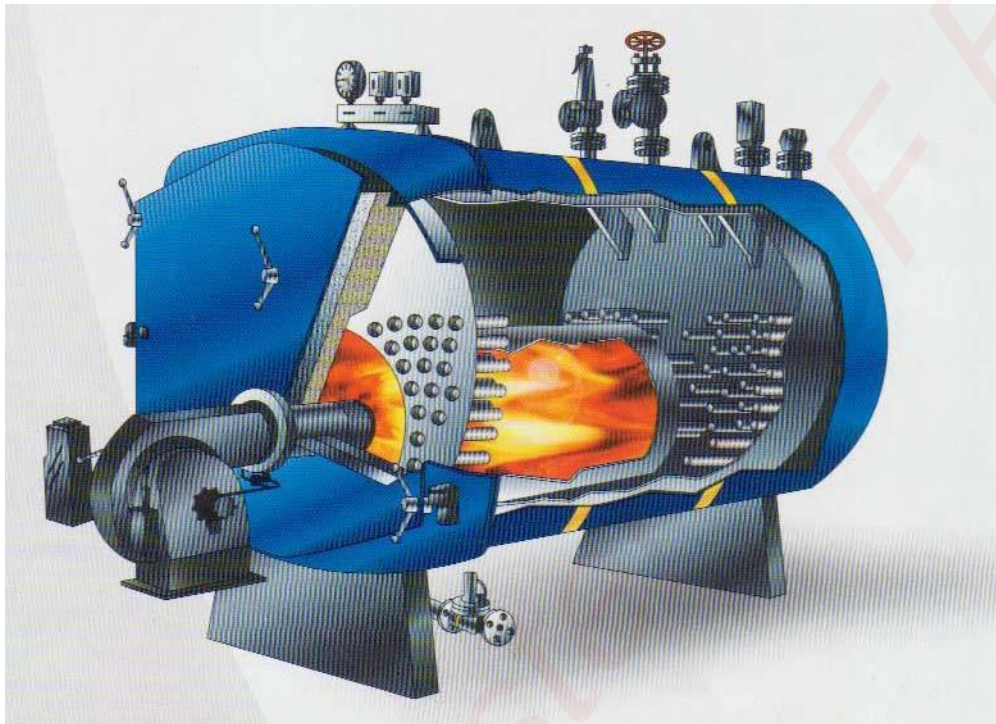


فهرست مطالب:

- ۱- دیگ بخار (Boiler)
- ۲- مبدل حرارتی (Heat Exchanger)
- ۳- فن کوئل (Fan Coil)
- ۴- چیلر (Chiller)
- ۵- پمپ (Pump)
- ۶- فن (Fan)

دیگ بخار (Boiler)



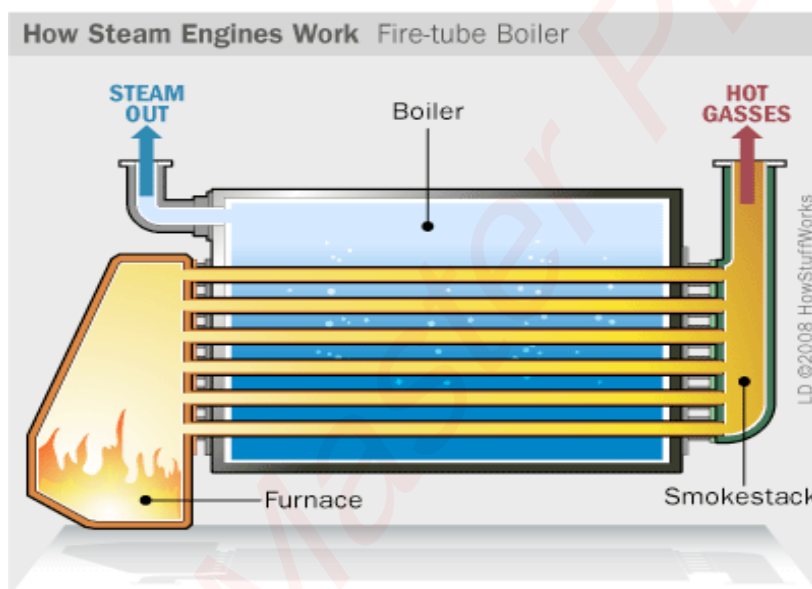
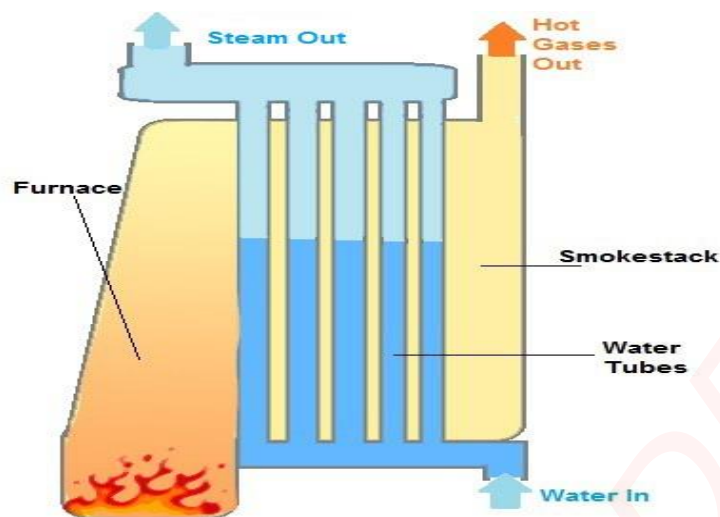
بویلر دارای تقسیم بندی مختلفی می باشند مانند:

جنس ، نوع سیال ، دما سیال ، ساختار ، استقرار ، تعداد مسیر گذر دود، سیال درون لوله ، و....

انواع بویلر بر اساس سیال درون لوله :

۱- واتر تیوپ: در این نوع دیگ ها آب داخل لوله قرار دارد و شعله و گاز های حاصل از احتراق اطراف آن قرار دارد.

۲- فایر تیوپ: در این نوع دیگ شعله و محصولات احتراق درون لوله می باشند و آب در اطراف لوله ها قرار دارد.



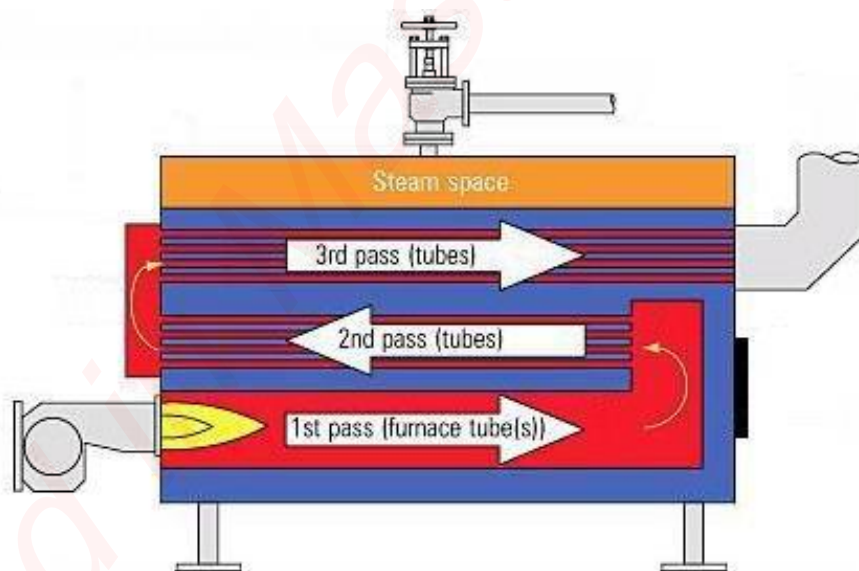
تفاوت بویلر های واتر تیوب و فایر تیوب:

فشار بخار تولیدی در بویلر های **فایر تیوب** محدود بوده و علاوه بر آن امکان تولید بخار سوپر هیت وجود ندارد. این بویلر ها دارای راندمان پائینی هستند به طوری که حداکثر راندمان در آنها ۷۰٪ است. به دلیل محدودیتهای ناشی از مقاومت اجزاء و وجود حجم زیاد آب امکان ساخت بویلر با ابعاد بزرگ نیست و در نتیجه بخار تولیدی در آنها کم است. از این نوع بویلر ها در صنایع کوچک که به حجم کم بخار غیر سوپر هیت (بخار اشباع) نیاز دارند استفاده میشود. در حالی که بویلرهای **واتر تیوب** بیشتر در نیروگاههای بخاری وجود دارند و زمانی که تنها نام بویلر برده میشود منظور این نوع بویلرها هستند. مهمترین مزیت این نوع بویلرها نسبت به بویلرهای فایر تیوب توانایی افزایش

فشار و دمای بخار تا حد سوپر هیت (فوق اشباع) است. بویلرهای **فایر تیوب** نسبت به هزینه ساخت دارای راندمان بالایی می باشند. تعمیر و نگه داری این نوع از بویلرها آسان تر از نوع واتر تیوب است. طرز کار ساده حمل و نقل آسان را می توان بعنوان سایر مزایای فایر تیوب ها قلمداد کرد.

تعداد پاس (مسیر گذر دود در بویلر) فایر تیوب:

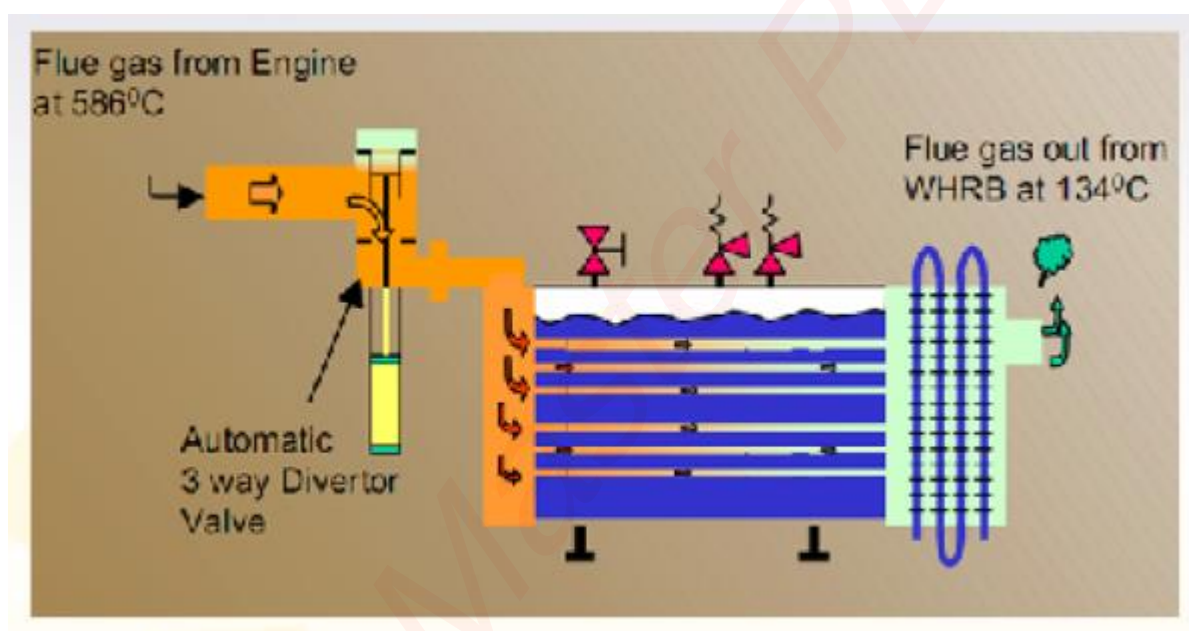
مسیر حرکت محصولات احتراق و شعله را در راستای افق پاس و تعداد آن را تعداد پاس یا تعداد گذر می گویند. بویلر های دارای تعداد پاس های مختلفی هستند تک پاس ، دو پاس و سه پاس. دیگ های تک پاس هزینه اولیه کمتری دارند ولی راندمان حرارتی کمتری دارند. دیگ های سه پاس دارای راندمان حرارتی بیشتری بوده ولی در عوض هزینه اولیه بیشتری دارند. نوع مشعل و دود کش باید با توجه به تعداد پاس بویلر انتخاب گردد.



Waste heat boilers

بویلرهایی که منبع حرارتی آنها بازیافت حرارتی می باشد و به اسامی چون بویلرهای بازیافت حرارت معروف هستند. عموماً در (HRSG) یا تولید کننده های بخار از حرارت بازیافت شده (WHB) تلف شده این دسته از بویلرها ،

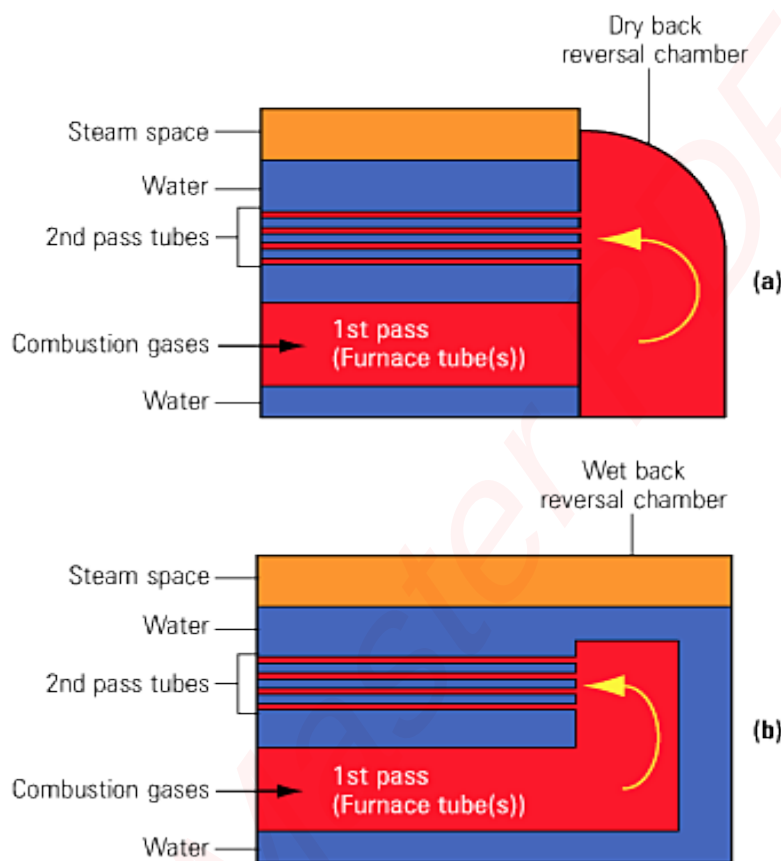
انرژی مورد نیاز از بازیافت حرارتی از جریان گازهای حاصل از احتراق یا گرمای حاصل از واکنش های شیمیایی تامین می گردد. غالباً از این بویلرها در نیروگاه ها استفاده می گردد. گازهای حاصل از احتراق که به عنوان نیروی محرکه توربینهای گازی نیروگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد، پس از خروج از توربین، حاوی مقادیر زیادی انرژی هستند که از طریق دودکش به اتمسفر وارد و اتلاف می گردد. از بویلرهای بازیافت حرارتی برای استفاده از این انرژی استفاده می گردد. عموماً این نوع بویلرها از یک درام تشکیل شده اند. آب سرد پس از ورود به درام و عبور از لوله هایی که در کانال عبوری گازهای داغ قرار دارند، حرارت جذب کرده و مخلوطی از آب و بخار تولید می شود. مخلوط آب و بخار مجدداً وارد درام می گردند و در آنجا عملیات جداسازی این دو فاز صورت می گیرد.



تقسیم بندی بویلرها بر اساس نوع کوره :

گاهی از دو اصطلاح "wet-back" و "dry-back" نیز برای تقسیم بندی بویلرها استفاده می شود. در انتهای لوله کوره (درپاس اول) جهت حرکت گازهای احتراق در داخل یک محفظه تغییر می کند و در پاس دوم به سمت انتهای بویلر هدایت می شود. حال اگر این محفظه در داخل بویلر پر از آب باشد به این نوع بویلر "wet-back" گفته می شود.

گویند. اما اگر این محفظه خود بخشی مجزا باشد به بویلر "dry-back" گویند. پیکربندی "wet-back" می تواند انتقال حرارت بهتری در یک نقطه داشته باشد زیرا جریان گاز گرمتری وجود دارد.



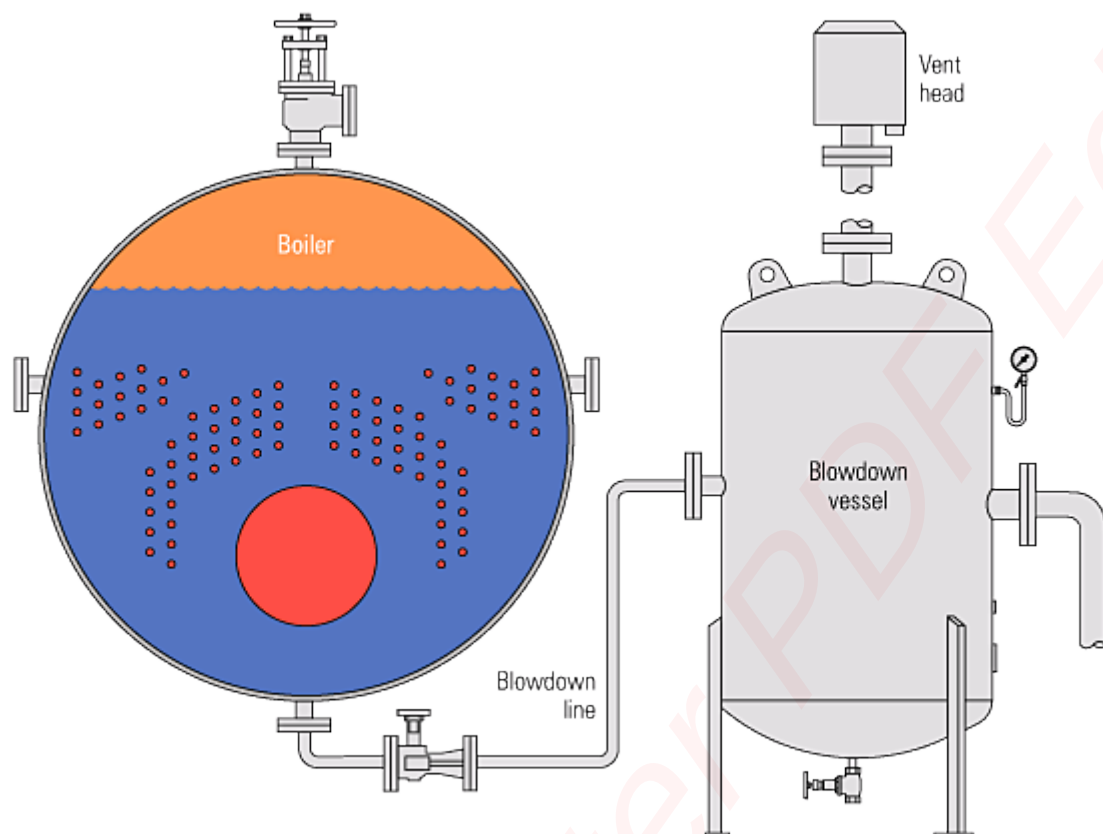
رسوب در بویلر چگونه شکل می گیرد؟

در هرجایی از [دیگ بخار](#) که آب و بخار وجود دارد رسوبات تشکیل می شوند. علاوه بر تشکیل رسوب زیاد در دیواره لوله ها، در شبکه لوله ها، کف و سقف لوله ها نیز رسوب تشکیل می شود. با گذشت زمان ذرات گرد و خاک و گریس و آلودگی ها به دیگ راه پیدا می کند. با گردش بخار درون سیستم و تبدیل آن به آب این ذرات به تدریج به دیگ باز گشته، ته نشین می شوند. یک راه دیگر ورود آلاینده ها، آب اضافی پمپ شده به بویلر است. آب مورد استفاده در

دیگ های بخار معمولاً حاوی مواد معدنی است که می تواند در سطوح بویلر رسوب ایجاد کند. شایع ترین مواد موجود در آب بویلر کلسیم، منیزیم، آهن و سیلیس است که با افزایش دمای آب این مواد معدنی از آب جدا شده و در کف بویلر ته نشین می شود تجمع این مواد به مرور زمان رسوب ایجاد کرده و مشکلاتی به همراه خواهد داشت. این رسوبات در ابتدا صدمه فیزیکی به دیگ وارد آورده و راندمان را کاهش می دهند. با ادامه این روند نیاز به سوخت مصرفی جهت حفظ دما و فشار بیشتر می شود. در شرایط حادثه این پدیده باعث گرم شدن بیش از حد تیوب ها شده و آن ها را می شکند. زمانی که در بویلر رسوب تشکیل می شود نیاز به خاموش روشن کردن دیگ برای حذف رسوبات افزایش پیدا می کند.

این رسوبات انتقال حرارت را کاهش داده و در بخش هایی روی کنترلرها و سیستم های حفاظتی اثر می گذارند. مثلاً از خاموش شدن دیگ هنگامی که آب درون آن کم است جلوگیری به عمل آورد. رسوبات همچنین ، خروجی بلودان را مسدود نموده و اجازه درین نمی دهد. مشکل دیگر هنگامی رخ می دهند که رسوب در اتصالات لوله ها به کنترل سطح تشکیل شوند. اگر این مسیرها بسته شوند کنترل سطح، سطح آب دیگ را به درستی نشان نمی دهد.

بلودان (blowdown) پروسه ایست که طی آن میزانی از آب بویلر توسط اپراتور بویلر به دور ریخته می شود تا از تمرکز ناخالصی های موجود در آب بویلر در هنگام تبخیر جلوگیری شود. این عمل در زمان بندی های مشخصی صورت می گیرد و به دو صورت اتوماتیک و دستی انجام می شود. باید در نظر داشت که آب یا همان بخار خارج شده در پروسه بلودان با همان فشار و دمای داخل بویلر می باشد و نباید آن را مستقیماً به موتورخانه وارد کرد بلکه باید آن را به داخل منبعی با نام منبع بلودان یا همان تانک بلودان ارسال کرد و سپس آن را به فاضلاب وارد کرد و یا در سیستم های پیشرفته از بخار آب ایجاد شده و گرمای آن مجدداً استفاده کرد. درین (drain) به معنی زیر کش کردن آب می باشد.



تلفات انرژی دیگ های بخار

الف) تلفات گازهای خروجی: بزرگترین بخش اتلاف حرارتی در دیگ های بخار در نتیجه خروج گازهای داغ زائد است. بخشی از این حرارت را می توان نگهداری و بازیافت نمود.

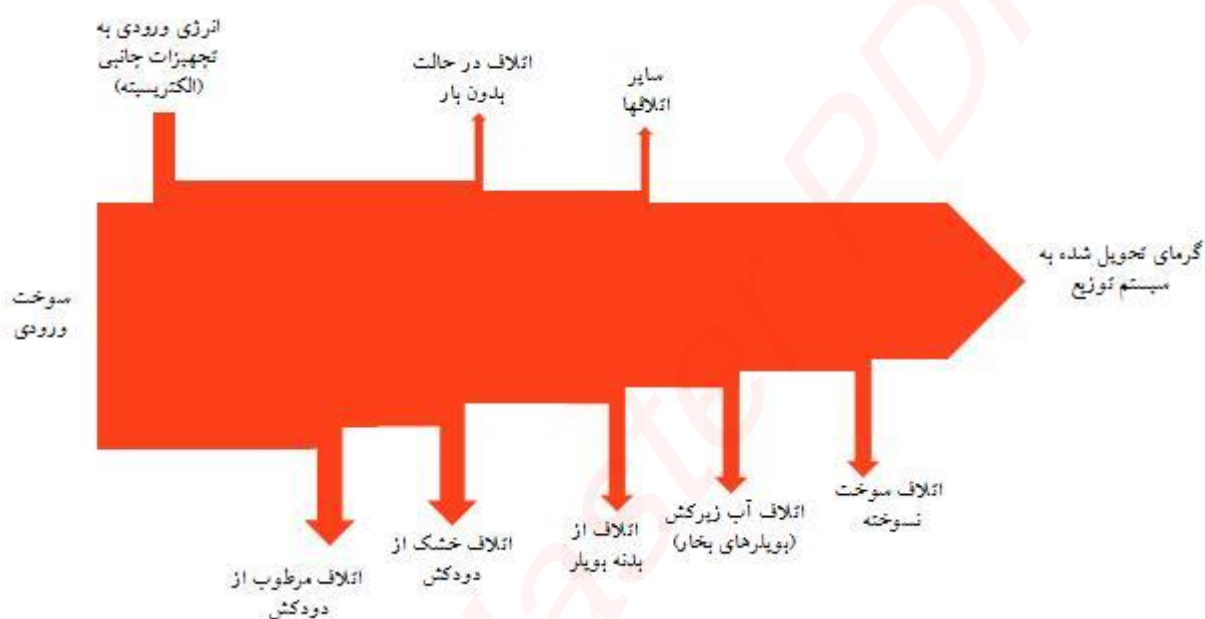
ب) تلفات تابش و همرفتی: این تلفات برای دیگ های پیشرفته بسیار پایین است ولی در این دیگ های قدیمی تا ۱۰٪ هم می رسد. این تلفات در بار کامل کاهش می یابد.

ج) تلفات انرژی الکتریکی: بیشترین تلفات انرژی الکتریکی در فن های دیگ بخار رخ می دهد که به علت استفاده از موتورهای الکتریکی کم بازده، حدود ۳۰ تا ۵۰٪ انرژی الکتریکی هدر می رود.

د) تلفات حرارتی آب بلودان (زیر کش): بخشی از حرارت توسط آب زیر کش به هدر می رود که می توان با کاهش میزان بلودان، اتلاف حرارتی را به حداقل رساند. همچنین می توان حرارت بلودان را بازیافت و نگهداری نمود.

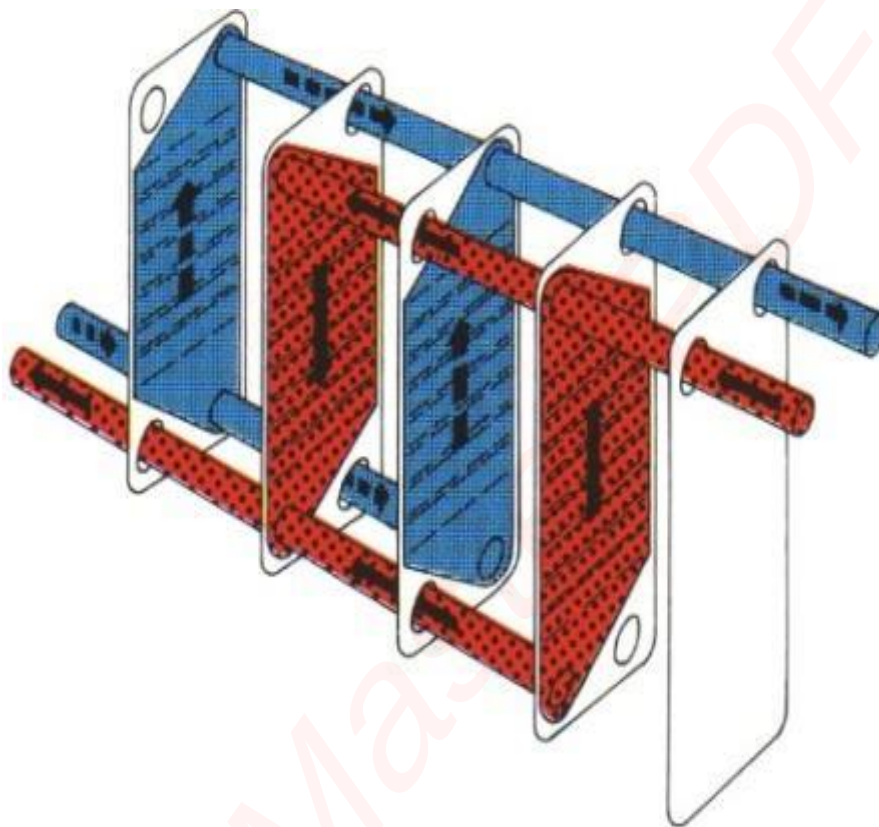
ر) تلفات حرارتی ناشی از رسوبات داخل دیگ بخار: بر اثر رسوب در جداره داخلی لوله های جریان گاز های داغ و آب، انتقال حرارت به خوبی صورت نمی گیرد و در نهایت تلفات حرارتی افزایش می یابد. هم چنین ممکن است که املاح جامد همراه بخار، باعث آسیب دیدگی پره های توربین شود.

ز) نشتی بخار: یکی از آشکارترین منبع تلفات در سیستم توزیع می باشد. یک نشتی کوچک می تواند انرژی زیادی را تلف کند.

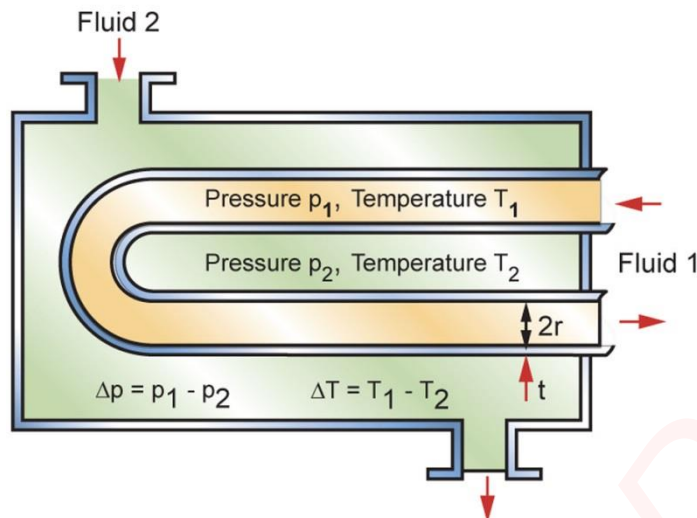


- ✓ اتلاف مرطوب از دودکش (بیشتر در سوخته های جامد): رطوبت موجود در سوخت گرما را گرفته و به همراه گازهای خروجی از دودکش خارج می شود.
- ✓ اتلاف خشک از دودکش: گرمای محسوس در گازهای خروجی
- ✓ اتلاف از بدنه بویلر: اتلاف تشعشعی از سطح بویلر
- ✓ اتلاف آب زیرکشی (بویلرهای بخار): تخلیه آب از بویلرهای بخار بمنظور حذف مواد جامد و خروج مواد شیمیایی از آب بویلر
- ✓ اتلاف سوخت نسوخته (بیشتر در سیستم های سوخت جامد): خاکستر قابل اشتعال و گازهای خروجی از دودکش
- ✓ اتلاف در حالت بدون بار: اتلاف گرما در زمانی که بویلر در سیکل کاری قرار ندارد.

مبدل حرارتی (Heat Exchanger)



مبدل حرارتی دستگاهی است که برای انتقال حرارت موثر بین دو سیال (گاز یا مایع) به دیگری استفاده می‌گردد. فرایند تبادل گرما بین دو سیال با دماهای متفاوت که توسط دیواره جامدی از هم جدا شده اند در بسیاری از کاربردهای مهندسی روی می‌دهد. ما اغلب درفرآیندهای شیمیایی و فیزیکی نیاز به گرم کردن و یا سرد کردن سیالاتی داریم که مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین برای تبادل گرمای دو سیال بدون آنکه با هم آمیخته شوند، نیاز به سطح انتقال حرارت داریم. در واقع می‌توان گفت برای گرم کردن یا سرد کردن یک سیال بدون استفاده از تجهیزات مولد سرما و گرما و با استفاده از بازیابی حرارت یک سیال دیگر، از مبدل حرارتی استفاده می‌کنیم.



مبدل های حرارتی تقریباً پرکارترین عضو در فرآیندهای شیمیایی اند و می توان آن ها را در بیشتر واحدهای صنعتی ملاحظه کرد. آنها وسایلی هستند که امکان انتقال انرژی گرمایی بین دو یا چند سیال در دماهای مختلف را فراهم می کنند. این عملیات می تواند بین مایع - مایع ، گاز - گاز و یا گاز - مایع انجام شود. مبدل های حرارتی به منظور خنک کردن سیال گرم و یا گرم کردن سیال با دمای پایین تر و یا هر دو مورد استفاده قرار می گیرند.

مبدل های حرارتی را می توان از جنبه های مختلف دسته بندی کرد :

- بر اساس نوع و سطح تماس سیال سرد و گرم
- بر اساس جهت جریان سیال سرد و گرم
- بر اساس ساختمان مکانیکی و ساختار مبدلها

تقسیم بندی بر اساس نوع و سطح تماس سیال سرد و گرم

۱- مبدل های حرارتی نوع **Recuperative**

در این مبدل سیال سرد و گرم توسط یک سطح جامد ثابت از یکدیگر جدا شده اند و انتقال از طریق سطح مذکور صورت می گیرد. اکثر مبدل های موجود در صنعت از این دسته هستند.

۲- مبدل های حرارتی نوع **Regenerative**

در این مبدل ، سطح جدا کننده سیال سرد و گرم ثابت نبوده و به طور متناوب قسمت هایی از سطح مذکور در معرض حرکت سیال سرد یا گرم قرار می گیرند. این نوع مبدل ها بیشتر در مقیاس های آزمایشگاهی و تحقیقاتی مورد استفاده قرار می گیرند .

۳- مبدل های حرارتی نوع تماس مستقیم

در این نوع مبدل های حرارتی ، سیال سرد و گرم به طور مستقیم تماس حاصل نموده (هیچ دیواره ای بین جریانهای سرد و گرم وجود ندارد) و تبادل انرژی یا حرارت انجام می گیرد. در مبدل های تماس مستقیم ، جریانها ، دو مایع غیر قابل اختلاط و یا یک گاز و یک مایع هستند. این مبدل ها معمولاً از راندمان حرارتی بالایی برخوردارند. نمونه ای از این مبدل ها ، برج های خنک کن ، کولرهای آبی و گرم کن های **Open Feed Water Heater** موجود در نیروگاه های بخار می باشند.

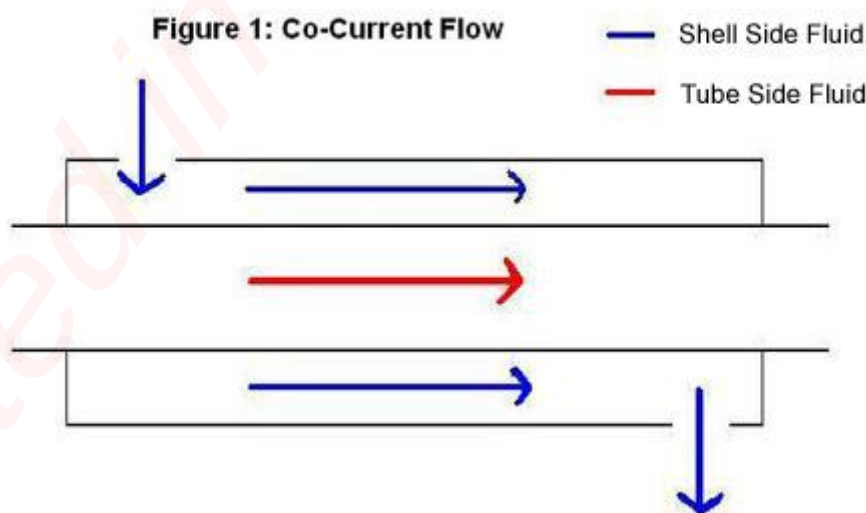
تقسیم بندی بر اساس جهت جریان سیال سرد و گرم

بر این اساس مبدل های حرارتی به سه دسته اصلی تقسیم می شوند :

- مبدل های حرارتی از نوع جریان همسو
- مبدل های حرارتی از نوع جریان غیر همسو
- مبدل های حرارتی از نوع جریان عمود بر هم

۱- مبدل های حرارتی از نوع جریان همسو

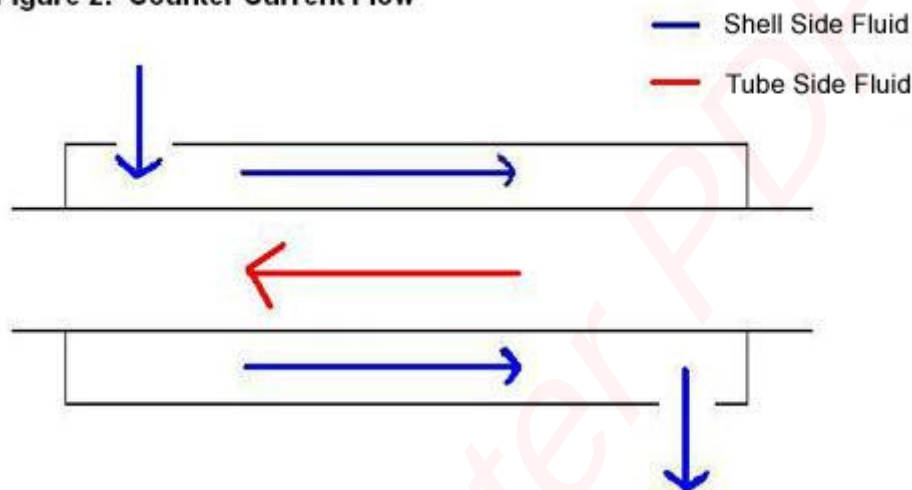
در این نوع مبدل ها جریان سرد و گرم موازی یکدیگر و جهت جریان سیال گرم و سرد آن ها موافق یکدیگر می باشند. یعنی دو جریان سیال ، از یک انتها به مبدل وارد می شوند و هر دو در یک جهت جریان می یابند و از انتهای دیگر خارج می شوند. نکته ای که باید به آن توجه داشت این است که دمای سیال سرد خروجی از مبدل هیچگاه به دمای سیال گرم خروجی نمی رسد. نزدیک شدن مقدار عددی دو دمای مذکور مستلزم بکارگیری سطح انتقال حرارت موثر بسیار بزرگی می باشد.



۲- مبدل های حرارتی از نوع جریان غیر همسو

در شرایطی که جریان سیال سرد و گرم موازی یکدیگر و در خلاف جهت هم باشد مبدل را جریان غیر همسو می نامند. باید توجه داشت در این نوع مبدل ها امکان افزایش دمای سیال سرد خروجی نسبت به سیال گرم خروجی وجود دارد. این مبدلها در شرایط یکسان از سطح انتقال حرارت کمتری نسبت به مبدل های همسو برخوردار هستند.

Figure 2: Counter Current Flow



۳- مبدل های حرارتی از نوع جریان عمود بر هم

در این نوع مبدل ها جهت جریان های سرد و گرم عمود بر هم می باشند. به عنوان متداول ترین نمونه می توان از رادیاتور اتومبیل نام برد. در آرایش جریان عمود بر هم ، بسته به طراحی ، جریان مخلوط یا غیر مخلوط نامیده می شود. سیال داخل لوله ها چون اجازه حرکت در راستای عرضی را نخواهد داشت غیر مخلوط است. سیال بیرونی برای لوله های بی پره مخلوط است چون امکان جریان عرضی سیال و یا مخلوط شدن آن وجود دارد و برای لوله های پره دار غیر مخلوط است زیرا وجود پره ها مانع از جریان آن در جهتی عمود بر جهت اصلی جریان می شود.

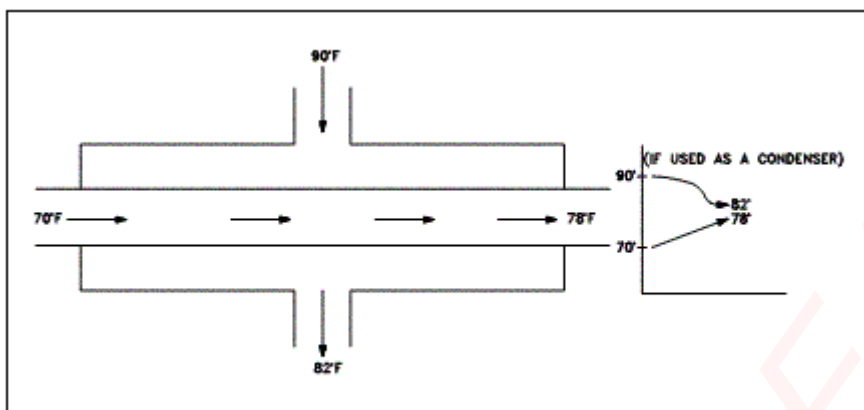


Figure 5 Cross Flow Heat Exchanger

دسته بندی بر اساس ساختمان مکانیکی و ساختار مبدل

۱- مبدل حرارتی لوله ای (Tubular Heat Exchanger)

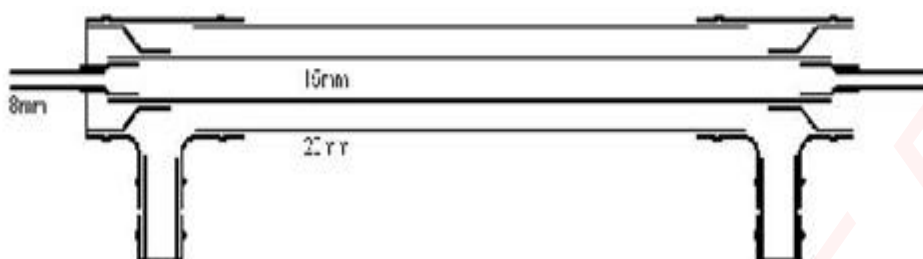
این گونه از مبدل ها از دو لوله هم محور تشکیل شده اند. یکی از سیال ها در داخل لوله میانی و در امتداد طول آن جریان می یابد و سیال دیگر در داخل حلقه بین دو لوله جریان خواهد یافت.

مبدل های لوله ای را می توان بر اساس شکل تقسیم بندی نمود:

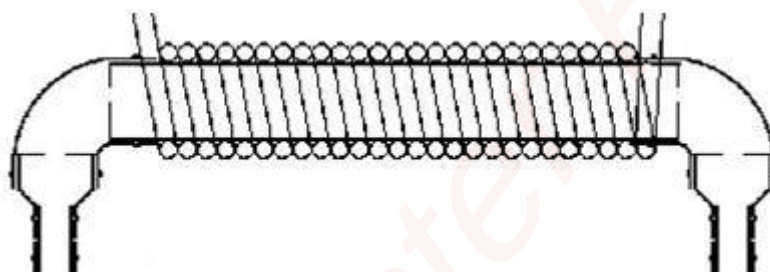
مبدل های لوله ای لاشکل



مبدل های دو لوله ای ساده



مبدل های دو لوله ای کوئل دار



موارد کاربرد مبدل های لوله ای:

هنگامی که داخل لوله مایعات کم لزج مثل آب با ضریب انتقال حرارت بالا باشد و خارج آن از مایعات لزج استفاده شود. همچنین اگر سرویس های فشار بالا مورد نیاز باشد ، مبدل های لوله ای ترجیحاً استفاده می شود. در سرویس های کوچک نیز از این مبدل ها استفاده می شود.

مزایای مبدل های لوله ای:

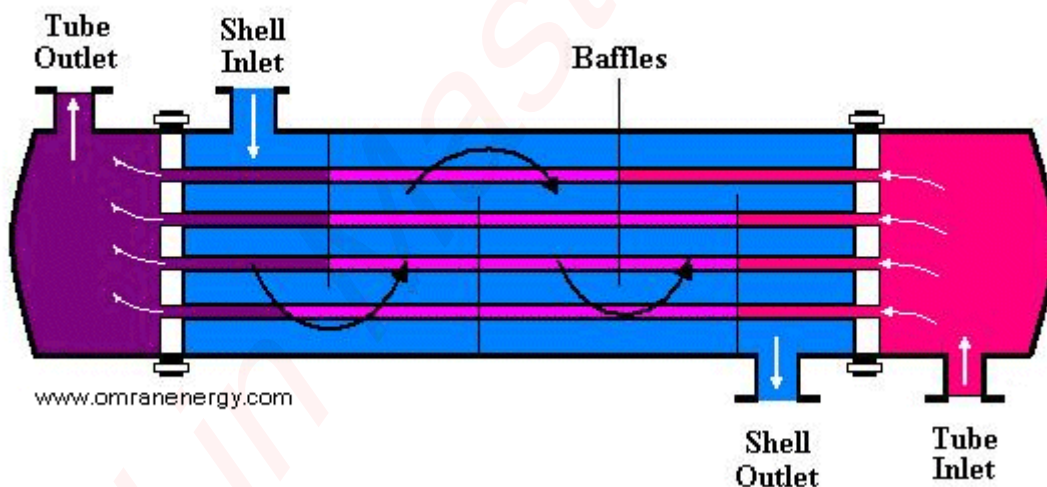
این مبدل ها دارای انعطاف پذیری زیادی هستند. در طول های مختلف و از انواع لوله های مختلف و از مواد مختلف ساخته می شوند و خیلی سریع از سوار کردن قطعات استاندارد پیش ساخته آماده می گردند . با انتخاب صحیح اتصالات به آسانی می توان قطعات آن را پیاده نمود تا درون و بیرون لوله ها تمیز شوند. محاسبات طراحی آنها به صورت دقیق و خوبی تدوین شده است. توزیع و پخش سیال را می توان در واحدهای مختلف کنترل نمود. این کار با انتخاب پمپ های جداگانه برای هر سری مبدل امکان پذیر است.

معایب مبدل های لوله ای:

- برای بار حرارتی بزرگ، سیستم مبدل های دولوله ای حجم زیادی را اشغال می کنند.
- قیمت آنها برای واحد سطح انتقال حرارت نسبتاً زیاد است.

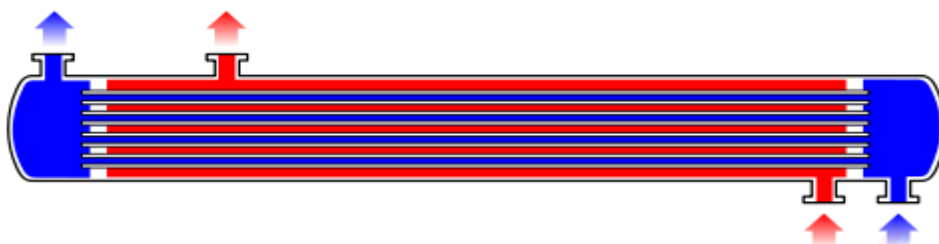
۲- مبدل حرارتی پوسته و لوله (shell & tube heat exchangers)

نوع متداول دیگر مبدل گرمایی پوسته - لوله ای است بر حسب تعداد پاس های پوسته و لوله ، این مبدل ها انواع مختلفی دارند و ساده ترین آنها دارای یک پاس پوسته و یک پاس لوله است. هنگامی که سطح انتقال حرارت لازم برای مبدل های دو لوله ای زیاد شود (بیشتر از $50 m^2$ باشد)، بهتر است از مبدل های پوسته و لوله استفاده شود. مبدل های پوسته و لوله به طور وسیعی در فرایندهای انتقال حرارت برای کاربردهای مایع/مایع و همچنین در کندانسورها و مولدهای بخار استفاده می شوند. این مبدل ها برای انتقال حرارت مشخصی سطح کمتری به نسبت مبدل های لوله ای اشغال می کنند.

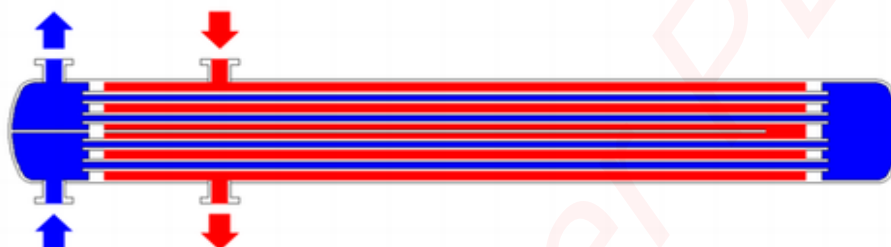


مزایای مبدل های پوسته و لوله را می شود به شرح زیر نام برد :

- ✓ در حجم کم ایجاد سطح بزرگی برای انتقال حرارت می کنند.
- ✓ طراحی مکانیکی خوبی دارند.
- ✓ روش ساخت تثبیت شده خوبی دارند.
- ✓ قابلیت استفاده برای دامنه وسیعی از مواد را دارند.



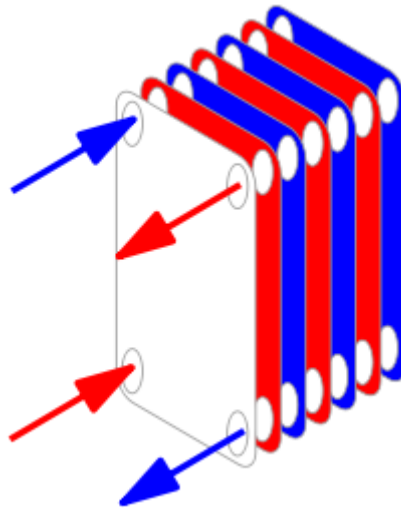
مبدل پوسته لوله تک پاس با جریان همسو



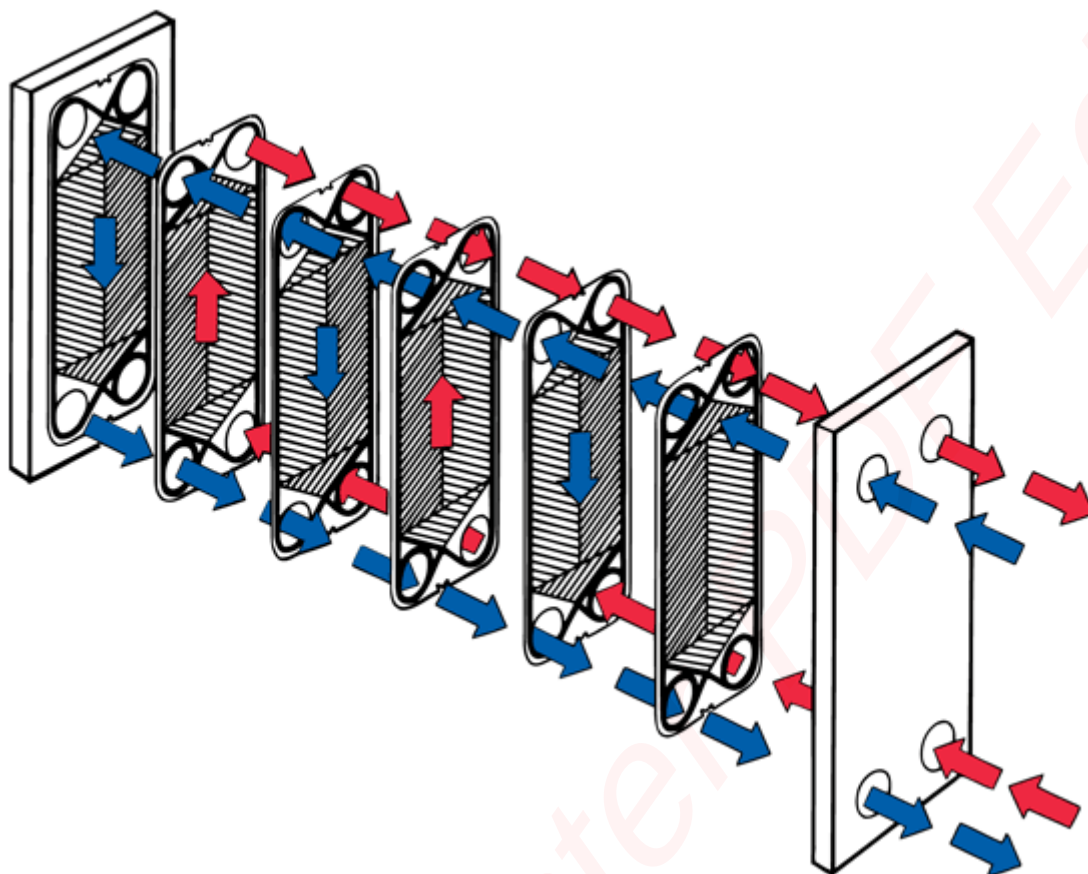
مبدل پوسته لوله دو پاس با جریان ناهمسو

۳- مبدل های حرارتی صفحه ای (Plate heat exchanger)

این مبدل حرارتی با استفاده از تعداد زیادی صفحات فلزی نازک، موجب تبادل حرارت بالا بین سیال گرم و سرد می شود. اساس عملکرد این نوع مبدل به این شکل است که از دو جهت مخالف سیال سرد و گرم وارد مبدل می شوند. سیالات وارد شده به صورت یکی در میان بین صفحات فلزی جریان می یابند و با یکدیگر تبادل گرما می کنند.



مبدل های حرارتی صفحه ای از قرار گرفتن یک سری صفحات فلزی در کنار یکدیگر در داخل یک قاب فلزی ساخته می شوند. این صفحات در داخل قاب توسط میله های بلند بهم فشرده می شوند. طول این میله ها در شیارهای (Gasket) فاصله بین دو درپوش را طی می کنند و توسط مهره به درپوش محکم می گردند . واکثر اطراف هر صفحه قرار داده می شود تا جریان سیال را در مجرای باریکی بین صفحات هدایت نماید و همچنین از نشت آنها به بیرون جلوگیری کند. در گوشه های هر صفحه مجرای جهت ورود و خروج سیال گرم و سرد در نظر گرفته شده است و موقعی که صفحات روی هم فشرده می شوند این محل های سوراخ شده در یک خط مستقیم قرار می گیرند و بدین وسیله هدرهای توزیع سیال در طول مبدل را به وجود می آورند.



در مبدل های مختلف آرایش جریان می توانند متفاوت باشند. یکی از این آرایشها به صورت موازی مختلف الجهت می باشد. در این نوع آرایش جریان های هر کدام از سیالها فقط یک بار ارتفاع صفحات را طی می کنند در حالیکه در آرایشهای چندگذر یک سیال ممکن است ۲ بار و یا بیشتر ارتفاع مبدل را طی نماید.

مزایای ویژه این مبدل عبارت است از:

- ✓ انتقال حرارت بهتر و بازدهی بالاتر نسبت به سایر مبدل ها
- ✓ قابلیت تغییر سطح تبادل حرارت
- ✓ فضای اشغال شده کمتر
- ✓ تعمیر و نگه داری آسان
- ✓ حجم کم مایع ذخیره شده در داخل مبدل

این مبدلها مناسبترین گزینه جهت استفاده در صنایع غذایی صنایع شیر، صنایع نوشابه سازی و صنایع دارویی که فشار عملکرد کمتری دارند بشمار می‌روند.

با وجود تمام محاسن ذکر شده یک عیب مهم در مورد این مبدل ها وجود دارد و آن این است که سطوحی که باید توسط واشر آب بندی شود زیاد است. اغلب از مواد لاستیکی برای این کار استفاده می شود اما ماکزیمم فشار و درجه حرارت کاربردی نباید از ۲,۷ مگاپاسکال و ۴۰۰ کلوین تجاوز نماید. یکی از مشکلاتی که معمولاً در هنگام کار این مبدل ها بوجود می آورند عدم آببندی کامل و صحیح واشر ها است.

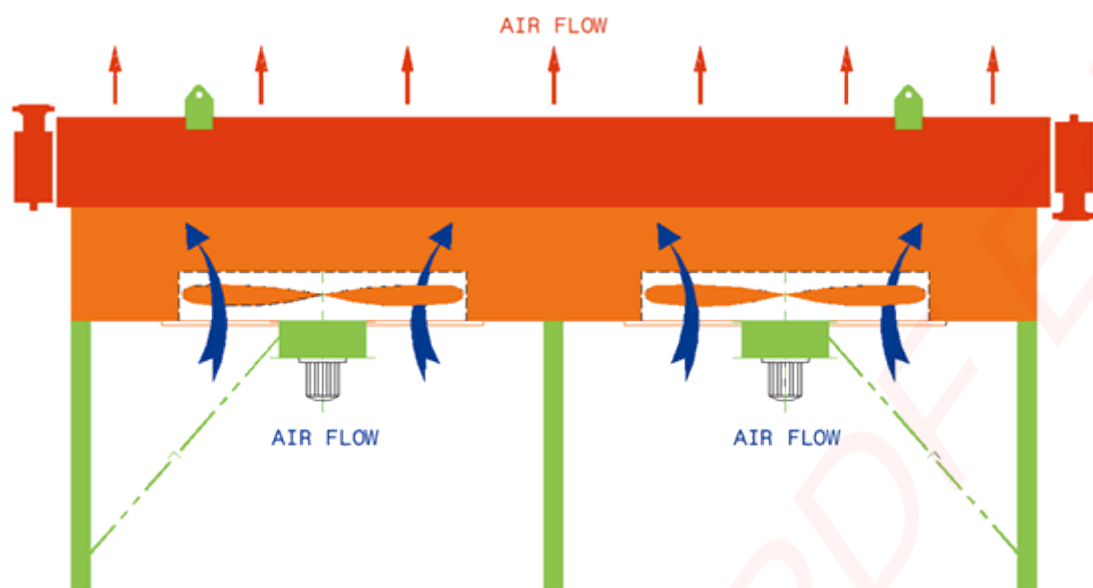
۴- مبدل های حرارتی هوا خنک (Air Cooled Heat Exchangers)

مبدل های حرارتی هواخنک یا کولر های هوایی، مبدل هایی هستند که در آنها سیال فرآیندی با جریان هوا خنک می‌شود. در این مبدل ها بخارات گرم درون مجموعه ای از لوله ها که به صورت افقی کنار هم قرار گرفته اند توزیع می شود. جداره خارجی لوله ها به پره مجهز شده است تا سطح انتقال حرارت بین سیال داخل لوله ها با هوای خنک افزایش یابد.

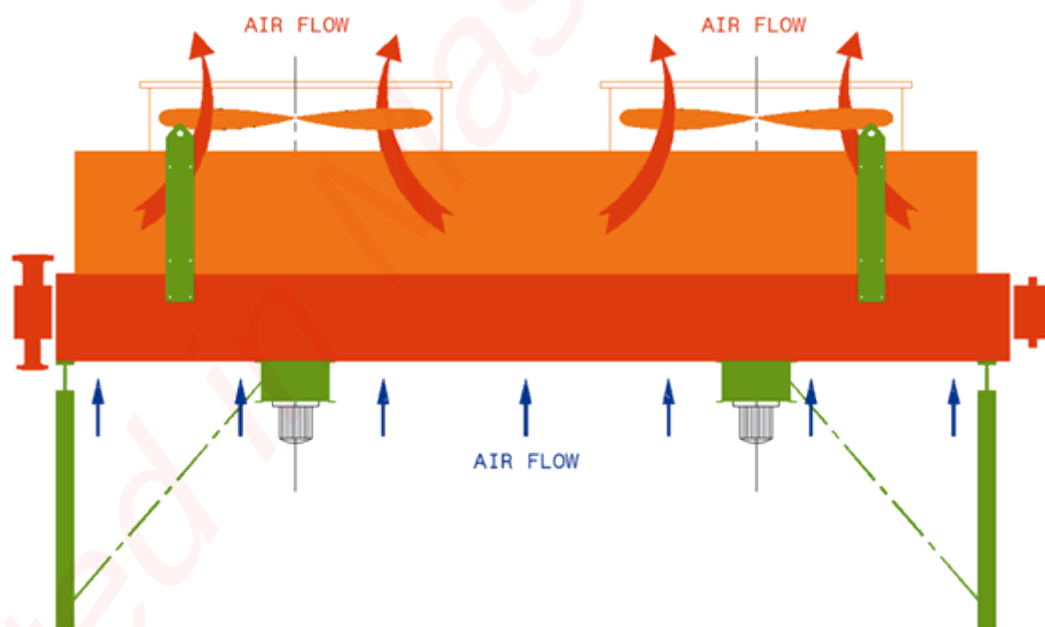
این مبدل ها از نظر شکل جریان، از نوع متقاطع می باشند که جریان هوای لازم برای خنک کردن سیال داخل لوله ها به وسیله یک فن تامین می شود. اگر این فن بالای لوله ها قرار گیرد به آن مکشی و اگر پایین لوله ها قرار گیرد به آن دمشی گویند. نوع مکشی به علت ایجاد توزیع یکنواخت جریان هوا بازدهی بیشتری دارد. در نوع مکشی اگر موتور گرداننده نیز به همراه فن در بالای لوله ها قرار گیرد به علت قرار گرفتن در معرض هوای گرم زودتر مستهلک می شود. برای رفع این مشکل می توان نیرو را با استفاده از شفت به فن انتقال داد و موتور را در محل مناسب تری قرار داد.

در واقع در این نوع مبدل ها دو نوع سیال وجود دارد که سیال خنک کننده همواره هوا می باشد. مکانیزم عمل این نوع مبدل ها به شرح ذیل می باشد :

سیال گرم برای خنک شدن از یک طرف وارد مجموعه ای به نام **Tube Bundle** می شود و در طول مسیر توسط هوای عبوری از مجموعه **Tube Bundle** خنک می شود. در انواع مبدلهای هوا خنک کننده هوا می تواند به صورت دمشی (**Forced**) و یا مکشی (**Induced**) به مجموعه **Tube Bundle** برخورد کند.



هوای ورودی به مجموعه ای **Tube Bundle** وارد شده و با سیال عبوری از درون لوله ها تبادل حرارتی انجام می دهد. برای بیشتر شدن نرخ انتقال حرارت **Tube** های مجموعه **Tube Bundle** شامل پره هایی (**Fin**) برای این عمل می باشد. این عمل باعث کاهش دمای سیال ورودی و افزایش دمای هوا می شود. از نمونه ی این مبدل ها در ابعاد کوچک تر در صنعت می توان رادیاتور اتومبیل را نام برد.



راهنمای انتخاب مبدل حرارتی برای ساختمان مسکونی

مبدل های حرارتی اصولاً برای تامین آبگرم مصرفی آپارتمانها و واحد های مسکونی و تجاری به کار میروند. از آنجا که منابع دو جداره و منابع کویلدار نیز نوعی مبدل حرارتی می باشند ولی امروزه برای صرفه جویی در مصرف انرژی، از مبدل های حرارتی که در دو نوع صفحه ای یکپارچه و پوسته لوله ساخته می شوند، استفاده می کنند. لازم به ذکر می باشد که مبدل های حرارتی، آبگرم مصرفی و بهداشتی مورد نیاز ساختمان را به صورت دائمی و **on line** تامین میکند.

در صورت استفاده از مبدل های حرارتی به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش مصرف گاز و برق خواهیم داشت زیرا که اختلاف دمای آب دیگ و آب مصرفی به حداقل می رسد.

برای انتخاب مبدل های حرارتی به چند نکته ذیل توجه کنید:

برای انتخاب مبدل های حرارتی برای هر واحد مسکونی در حدود ۳۰۰ تا ۳۵۰ لیتر بر ساعت دبی خروجی در نظر میگیریم.

استفاده از سختی گیر قبل از مبدل حرارتی الزامیست.

استفاده از شیر یکطرفه و صافی برای مبدل حرارتی لازم می باشد.

انتخاب پمپ سیرکولاتور برای مبدل حرارتی

فن کویل (Fan Coil)



فن کویل یا واحد فن کویل دستگاهی جهت سرمایش و گرمایش و بطور کلی تهویه مطبوع در ساختمانهای مسکونی، تجاری و صنعتی می‌باشد. فن کویل ها با به خاطر سادگی مقرون به صرفه تر از استفاده از سیستم های کانالی یا حرارت مرکزی که با [هواساز](#) کار می کنند، می باشند. اگر چه به دلیل قرارگیری در محیط سر و صدای زیادی دارند. فن ها به دو حالت افقی و عمودی نصب می شوند.

یک فن کویل از اجزای زیر تشکیل شده است:

- ۱- فن
- ۲- کویل‌های گرمایش و سرمایش
- ۳- فیلتر هوای قابل تعویض یا قابل شستشو
- ۴- کلید
- ۵- تشتک
- ۶- کابین
- ۷- شیر فلکه
- ۸- شیر هواگیری

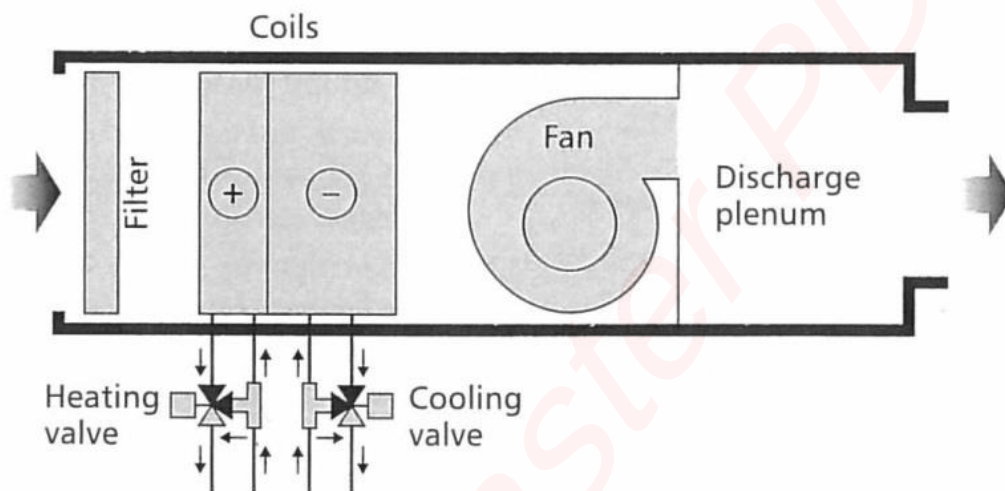


Figure 2.1 Water-side fan coil unit

فن: کار فن گرفتن هوای محل و عبور آن از روی کویل و به جریان انداختن هوا (توزیع گرما و سرما) در محل است. فن فن کویل ها معمولا از نوع سانتریفیوژ (گریز از مرکز) هستند و هر فن کویل بسته به ظرفیت آن دارای یک و یا چند عدد فن است.

کویل: کویل که در زمستان آب گرم و در تابستان آب سرد در داخل آن جریان می یابد و وظیفه انتقال گرما بین آب و هوا را بر عهده دارد. بر روی لوله های کویل به منظور بیشتر شدن سطح تبادل حرارت (انجام تبادل حرارت بیشتر بین آب و هوا) پره هایی به نام "فن" نصب می کنند.

فیلتر: فیلتر فن کویل ها معمولا از نوع فیلتر خشک قابل شستشو است و کار آن تصفیه فیزیکی هوا است. جای صحیح نصب فیلتر در داخل فن کویل در محل ورود هوا به فن است. فن کویل هایی هم وجود دارند که محل نصب فیلتر آنها بعد از فن در پشت کویل قرار داده شده است.

کلید: کلید فن کویل از نوع "سلکتوری" و معمولاً چهار حالتی است که به وسیله آن می توان موتور فن کویل را با سرعت مورد نظر مورد استفاده قرار داد.

تشتک: تشتک و یا سینی قطعه ای است که در زیر کویل نصب می گردد و کار آن جمع آوری آب هایی است که در زمان هوا گیری کویل از آن خارج می گردد و همچنین بخار آب تقطیر شده بر روی کویل سرد (در تابستان) و هدایت آنها از طریق مجرای به لوله تخلیه از وظایف آن است.

کابین: کابین فن کویل محفظه ای است که قطعات فن کویل در داخل آن نصب می شوند. به عبارت دیگر پوششی است بر روی قطعات فن کویل و باید دارای شکل ظاهری و رنگ زیبایی باشد.

(در فن کویل ها درجه حرارت توسط ترموستات و مقدار رطوبت توسط هیومیدستات و مقدار هوا توسط فن و مقدار هوای تازه به روشهای متداول کنترل می شود.)

فن کویل ها عموماً به صورت های زیر ساخته می شوند:

۱- فن کویل های زمینی

ظرفیت این فن کویل ها ۲۰۰ الی ۱۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه بوده و هوا را بصورت بالا زن یا روبرو زن منتشر می سازند.



۲- فن کویل‌های سقفی

ظرفیت این فن کویل‌ها هم معمولاً بین ۲۰۰ الی ۱۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه می‌باشد. این فن کویل‌ها به دو صورت کابینت دار و بدون کابینت می‌باشند.



۳- فن کویل‌های کانالی

که این مدل قدرت هوادهی و حرارتی بالایی دارد و در جلوی دهانه خروجی هوا از آن، یک سیستم کانال کشی هوای رفت تعبیه شده که هوا را به قسمت‌های مختلف هدایت می‌کند. در ظرفیت‌های ۶۰۰ الی ۲۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه ساخته می‌شوند و به سه طرح زیر می‌باشد:

- کانالی سقفی توکار
- کانالی سقفی روکار
- کانالی دیواری روکار ایستاده



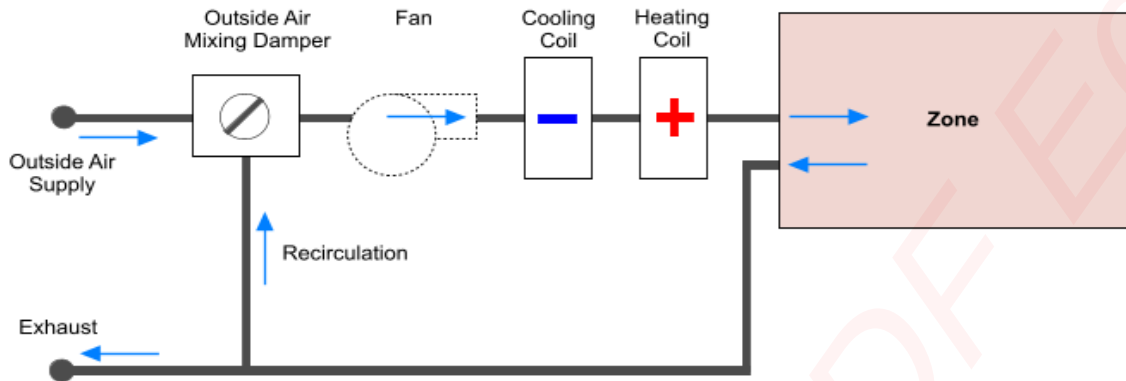
فن کویلها معمولاً به دو صورت مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حالت اول فن کویل فقط حرارت و برودت مورد نیاز را تامین می‌کند و هوای تازه توسط هوارسان مرکزی و بوسیله کانال‌های توزیع هوا در سطح محل منتشر می‌گردد تا تهویه مناسب در محل مورد نظر انجام گیرد. در این حالت میزان بار سرمایی و گرمایی توسط ترموستات بکار رفته در فن کویل و با خاموش و روشن شدن فن تنظیم می‌گردد. در حالت دوم علاوه بر تامین حرارت و برودت مورد نیاز، وظیفه تامین هوای تازه را نیز به عهده دارد. بدین صورت که فن دستگاه، هوای تازه را از طریق دریچه تعبیه شده در پشت فن کویل گرفته و در محل پخش می‌کند. از محاسن این روش می‌توان به کاهش هزینه‌های مربوط به سیستم هوارسان مرکزی و متعلقات مربوطه اشاره نمود و عدم فیلتراسیون هوای تازه از معایب این روش می‌باشد.

قدرت هوادهی فن کویل ها را معمولاً با واحد cfm (فوت مکعب در دقیقه) نشان می دهند و در بازار قدرت هوادهی فن کویل ها را مدل فن کویل می دانند. مثلاً فن کویل مدل ۳۰۰ یعنی مقدار هوادهی آن ۳۰۰ فوت مکعب در دقیقه است به عبارت دیگر در هر دقیقه ۳۰۰ فوت مکعب هوا از روی کویل آن عبور کرده و وارد اتاق می شود. مدل های رایج فن کویل عبارتست از: ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰. فن کویل های با قدرت هوا دهی بیشتر، دارای تعداد فن بیشتری نیز هستند. بطور مثال فن کویل مدل ۱۲۰۰ دارای دو الکتروموتور و چهار فن است ولی مدل ۳۰۰ دارای یک الکتروموتور و یک فن است.

عملکرد فن کویل

درون کویل فن کویل در زمستان آب گرم جریان دارد و سطح کویل و پره های روی کویل گرم می شوند. در زیر کویل پروانه یا فن قرار دارد که با حرکت الکتروموتور به گردش در می آید و هوای اتاق و هوای تازه را از روی کویل عبور می دهد. هوای عبوری از روی کویل گرم شده و از طریق دریچه های روی بدنه به داخل اتاق پرتاب می گردد. در تابستان آب سرد درون کویل جریان داشته و باعث می شود هوای عبوری از روی کویل سرد شده و در داخل اتاق جریان یابد. با عبور هوای اتاق و هوای تازه از روی کویل سرد بخار آب موجود در هوا بر روی کویل تقطیر می شود. (مانند عرق کردن پارچ آب یخ در تابستان) آب حاصل از تقطیر به درون تشتک فن کویل می ریزد و از طریق لوله تخلیه "درین" به خارج از ساختمان هدایت می شود.

Fan Coil Compact HVAC Airflow Schematic



کویل ها، آب گرم یا سرد را از واحد مرکزی دریافت کرده و در تهویه مطبوع استفاده می کنند. به طور کلی فن کویل ها می توانند ترموستات سرخود داشته باشند یا توسط سیمی به ترموستات کنترلی وصل گردند. اما در ساختمان های مدرن با سیستم مدیریت انرژی ساختمان (BEMS) توسط سیستم دیجیتالی کنترل می شود. فن کویل ها به دو بخش تقسیم می شود: ۲ [لوله](#) ای یا ۴ لوله ای. در فن کویل دو لوله ای ۱ لوله تغذیه آب و ۱ لوله برگشت داریم. لوله تغذیه، آب گرم یا سرد را با توجه به فصل سال تهیه می کند. در فن کویل ۴ لوله ای ۲ لوله آب تغذیه و ۲ لوله برگشت وجود دارد. در این شرایط می توانیم آب گرم یا سرد را به صورت هم زمان برای مکان هایی که نیاز به گرما و سرما در بخش های مختلف ساختمان داریم فراهم کنیم.

موتور فن کویل

کنترل [سرعت](#) موتور فن در داخل یک فن کویل برای تنظیم سرمایش و گرمایش فضای مورد نظر ضروری است. برخی از تولیدکنندگان کنترل این سرعت را با تنظیم شیر آب در ترانسفورماتور AC برای تامین قدرت موتور فن ایجاد می کنند که معمولاً این تنظیمات در مرحله راه اندازی و ساخت ساختمان انجام می گیرد. سویچ ساده کنترل سرعت فن برای افراد ساکن در محل دارای درجات مختلفی می باشد: (off-High-Medium-Low). سیستم های مدیریت انرژی ساختمان به طور اتوماتیک سرعت فن و دمای اتاق را کنترل می کنند. موتور فن ها اغلب AC یا با خازن دائمی [اسپلیت](#) می باشند. اما اخیراً [موتور](#)های DC با تبدیل های الکترونیکی طراحی شده که قابلیت زیادی در صرفه جویی [انرژی](#)، هزینه های اولیه و بازگشت سرمایه دارند.

نگه داری فن کویل

فن کویل ها باید از لحاظ راندمان بهینه در سال کنترل شوند. مهم ترین بخش نگه داری فیلترها می باشند که باید شسته یا تعویض شوند. اگر فیلترها به طور مرتب تمیز نشوند حجم هوای خروجی از آنها کم شده و به فن فشار وارد می آورد. موارد دیگری که نیاز به کنترل دارند فن ها، کویل و سینی تخلیه می باشد.

مزایای فن کویل

- ✓ با استفاده از فن کویل ها تجهیزات مرکزی گرمایش، سرمایش کوچکتر می شود.
- ✓ این سیستم صرفا نیاز به لوله کشی دارد که فضای کمتری نسبت به کانال کشی اشغال می کند.
- ✓ نصب لوله کشی و سیم کشی راحت تر از کانال کشی می باشد.
- ✓ قسمت های بدون سکنه ساختمان می تواند خاموش باشد که در هزینه صرفه جویی می شود. (مناطق قابل کنترل اند).
- ✓ قابلیت نفوذ ۱۰۰٪ از هوای بیرون را دارد.
- ✓ در این سیستم بعلت اینکه امکان استفاده از آب گرم کننده با درجه حرارت پایین تر نیز برای تامین گرمایش وجود دارد، استفاده از فن کویل به ویژه در سیستمهای باز یافت حرارت یا سیستمهای حرارت خورشیدی مناسب است.

معایب فن کویل

- این سیستم ها نیاز به نگه داری بیشتری نسبت به سیستم های تمام هوا دارند.
- کندانسه ها در هر واحد باید دفع گردند.
- مناطق داخلی ممکن است نیاز به کانال های جداگانه جهت خروج هوا داشته باشند.

کابرد سیستم های فن کویل

سیستم فن کوئل به عنوان یکی از متداولترین دستگاه های تهویه مطبوع در بسیاری از هتلها و متلها و ساختمانهای آپارتمانی و اداری استفاده میشود. به طور کلی از این سیستم در مواردی استفاده میشود که بخواهیم درجه حرارت هر فضا بطور جداگانه کنترل شود. همچنین با استفاده از این سیستم از انتقال آلودگی بین اتاقها جلوگیری خواهد شد.



سیم کشی فن کویل

معمولاً موتور بادزن فن کویلها از نوع موتورهای کوچک خازن دار یا قطب کوچک سایه ای و مجهز به محافظت در مقابل اضافه بار شدن هستند. توان مصرفی بزرگترین فن کویلها (حتی در سرعت زیاد) به ندرت از ۳۰ وات تجاوز میکند و جریان راه اندازی آنها از ۲,۵ آمپر تجاوز نخواهد کرد. در طراحی مدار سیم کشی باید مقررات ملی و محلی توجه شود. معمولاً سیستم سیم کشی فن کویلها از سیستم روشنایی مجزا است.

کنترل ظرفیت فن کویل

کنترل ظرفیت فن کویل میتواند توسط تغییر مقدار گذر اب درون کویل کنار گذر کردن هوا از اطراف کویل تغییر سرعت بادزن و یا ترکیبی از این روشها انجام شود. مقدار گذر اب توسط ترموستاتی که در مسیر هوای برگشت یا روی دیوار نصب می گردد کنترل می شود کنترل سرعت بادزن می تواند از نوع دستی خودکار باشد. معمولاً کنترل خودکار بصورت روشن- خاموش است و انتخاب سرعت بصورت دستی انجام می شود. در برخی از فن کویلها از موتورهای دور متغیر برای تنظیم سرعت استفاده می گردد.

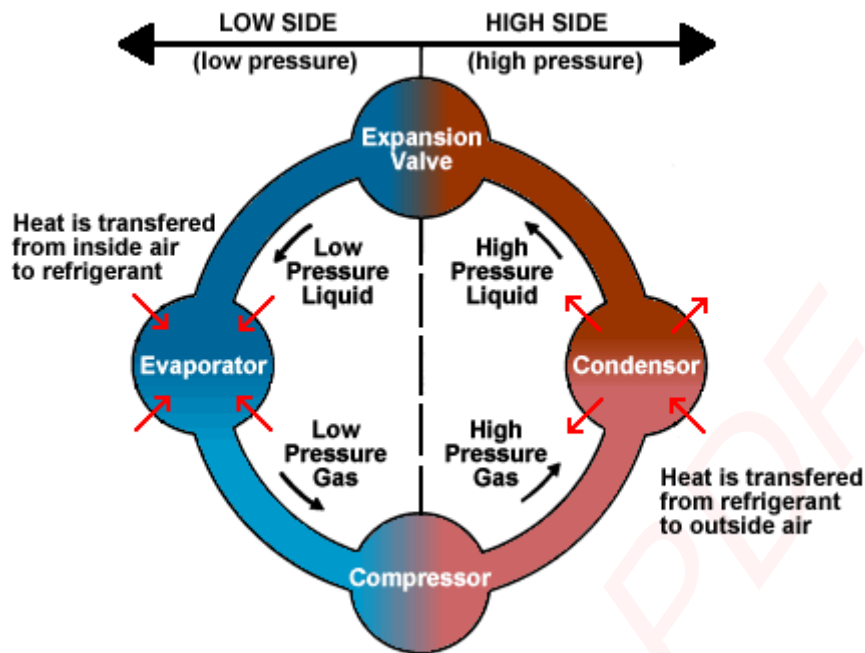
نکته:

فن کویل ها دارای کلید کنترل دور سه مرحله ای جهت فن بوده و بنا به سفارش امکان افزودن برد الکترونیکی جهت کنترل دور فن با توجه به دمای هوای خروجی کویل نیز وجود دارد. این گزینه موجب افزایش کارایی دستگاه و صرفه جویی در مصرف انرژی می گردد. همچنین امکان تعبیه دمپر هوای تازه و چهار لوله ای شدن کویل جهت تأمین نیازهای مشتری، به صورت سفارشی وجود دارد.

چیلر (Chiller)



چیلر دستگاهی است که حرارت را از یک مایع (معمولاً آب) بر اساس سیکل تبرید تراکمی و یا جذبی دفع می‌کند. این مایع می‌تواند برای خنک کاری هوا و یا دستگاه‌ها استفاده شود که معمولاً به صورت سیکل و درون یک مبدل حرارتی جریان دارد. به عنوان یک محصول جانبی مهم، حرارتی که از مایع جذب شده یا باید به محیط خارج دفع شود یا برای کارایی‌های بالاتر برای مقاصد گرمایی استفاده شود. همواره نگرانی‌هایی در مورد طراحی و انتخاب چیلرها وجود دارد. این نگرانی‌ها شامل، کارایی، بازده، تعمیر و نگهداری، آسیب پذیری‌های محیطی است.



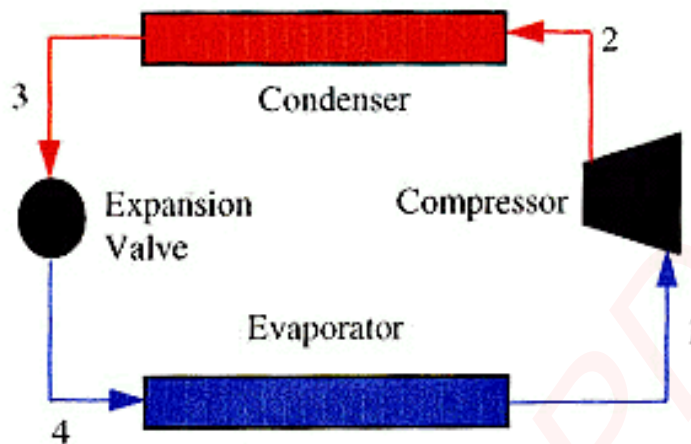
چیلرها به دو دسته چیلرهای تراکمی و چیلرهای جذبی تقسیم می‌شوند. چیلرهای تراکمی با استفاده از انرژی الکتریکی و چیلرهای جذبی با استفاده از انرژی حرارتی باعث ایجاد برودت و سرما می‌شوند.

۱- چیلرهای تراکمی:

سیکل تبرید تراکمی ساده از چهار قطعه زیر تشکیل شده است:

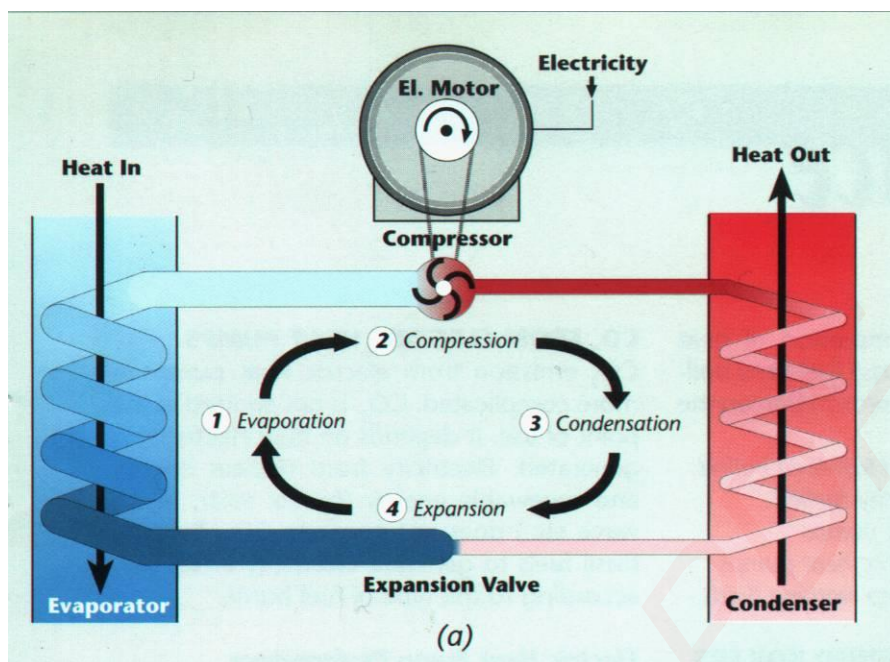
- ۱- کمپرسور (compressor) که کار آن فشرده کردن گاز (مبرد) می باشد.
- ۲- کندانسور (condenser) که کار آن انتقال حرارت به محیط می باشد و در آن گاز گرم تقطیر می گردد .
- ۳- شیر انبساط یا لوله موئی (expansion valve or capillary tube) که کار آن شکستن فشار مایع می باشد که مبرد پس از عبور از آن در دمایی پایین قرار می گیرد تا بتواند گرمای محوطه اواپراتور را جذب نماید .
- ۴- اواپراتور (evaporator) که کار آن جذب حرارت از محیطی که باید سرد شود می باشد که این امر باعث بخار شدن مبرد در اواپراتور می گردد و در نتیجه در مکش کمپرسور مبرد در فاز گازی وارد کمپرسور شده و سیکل ادامه می یابد.

Vapor Compression Refrigeration Cycle



چیلرهای تراکمی از گازهای مبرد همچون فریون در چرخه انتقال گرمای خود استفاده می کنند و جهت حرکت گاز و متراکم کردن آن، از دستگاه متراکم کننده یا همان کمپرسور استفاده می کنند؛ در واقع باید گفت چیلرهای تراکمی همان کولرهای گازی هستند در مقیاس بسیار بزرگ تر و با ظرفیت بسیار بالاتر؛ در این نوع چیلرها، کندانسورها با هوا یا با آب و هوا خنک می شوند؛ در چیلرها، از آب جهت انتقال سرما یا گرما استفاده می شود که در داخل فن کویل هایی که در داخل محیط نصب شده اند حرکت می کند؛ یعنی آب در داخل یونیت خارجی چیلر، گرم یا سرد شده و به فن کویل داخلی منتقل می شود و باعث خنک شدن یا گرم شدن محیط می گردد.

به بیان دیگر، در چیلرهای تراکمی گاز توسط کمپرسور، متراکم شده . این گاز وارد کندانسور شده توسط آب یا هوا، خنک می شود و به مایع تبدیل می گردد این مایع با عبور از شیر انبساط یا لوله موئین وارد خنک کننده (اوپراتور) که در فشار کمتری قرار دارد می شود. این کاهش فشار باعث تبخیر مایع گردیده و در نتیجه مایع مبرد با گرفتن گرما از محیط ، آن را خنک می کند. سپس گاز ناشی از تبخیر، به کمپرسور منتقل می شود.



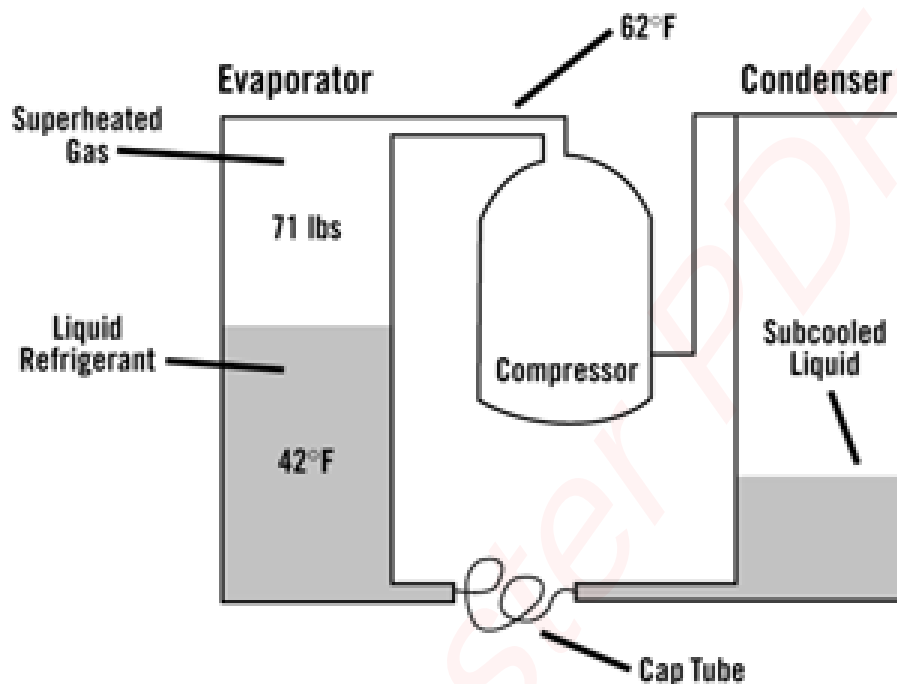
مکانیزم فشرده سازی گاز مبرد در کمپرسورهای مختلف، متفاوت است. عموماً کمپرسورها رفت و برگشتی، اسکرال، اسکرو یا سانتریفوژ می باشند که همه آنها توسط الکتروموتور یا توربین کار می کنند. در سال های اخیر، با رشد تکنولوژی راندمان چیلرهای تراکمی افزایش چشمگیری داشته. اساس کار این چیلرها بر پایه عکس چرخه رانکین است. کمپرسورها می توانند موتور یکپارچه از یک تولید کننده خاص داشته باشند یا موتور به صورت مجزا روی کمپرسور نصب شود.

کندانسور چیلرها می توانند با هوا یا آب خنک شوند. کندانسور یک مبدل حرارتی است که اجازه می دهد گرما از مبرد به هوا یا آب منتقل شود. کندانسورهای هوا خنک از لوله های مسی (برای مایع مبرد) و فین های آلومینیومی (جهت عبور هوا) تشکیل شده اند. کندانسورها از مواد مختلف و با قیمت های متفاوتی وجود دارند در میان آن ها کندانسورهای سرمایش تبخیری راندمان بالایی دارند.

مفهوم سوپر هیت و سابکولد در چیلر و سیستم های تبرید تراکمی

هرگاه مبرد در فشار اشباع در دمایی بالاتر از دمای اشباع باشد به آب بخار مافوق گرم یا بخار سوپر هیت **superheat** می گویند. در چیلر در خروجی اواپراتور به جهت اطمینان از عدم ورود مایع به کمپرسور مبرد به صورت سوپر هیت می باشد. میزان سوپر هیت مناسب بین ۵ الی ۱۰ درجه می باشد و در صورت بیشتر بودن میزان سوپر هیت میزان گاز در سیکل کم می باشد.

هرگاه دمای مایعی کمتر از دمای مایع اشباع در فشار اشباع باشد به آن مایع مایع مادون سرد یا ساب کولد subcooled می گویند . در چیلر خروجی کندانسور معمولا کمی سابکولد می شود تا عمل پاشش مبرد در شیر انبساط و یا لوله مویین دچار مشکل نگردد و مبرد در شیر انبساط حتما به شکل مایع باشد.



۲- چیلرهای جذبی

هر نوع مبردی برای تبخیر نیاز به گرما دارد که این گرما از آنچه با آن در تبادل گرمایی است گرفته می شود مانند کوزه سفالی. در کوزه سفالی آب تراوش شده بر روی جداره کوزه تبخیر می شود و با گرفتن گرما از آب درون کوزه آن را چند درجه خنک می نماید و هنگامی که ما از این آب می نوشیم خنکی آن را حس می کنیم. با استفاده از این اصل و همچنین توجه به اینکه نقطه جوش و دمای تبخیر مایعات در فشارهای مختلف متفاوت می باشد با پایین آوردن فشار بخار روی مایع مبرد می توان مثلا آب را در ۷ درجه سانتیگراد به جوش آورد و لذا در صورتیکه تنها منبع جذب گرمای مورد نیاز برای تبخیر خود آب باشد در این صورت باقیمانده آب دمایش کاهش می یابد و از این اصل در ساخت چیلر جذبی استفاده شده است.

در چیلرهای جذبی، عملکرد سرما سازی متفاوت است و کمپرسور که دارای مصرف برق بالاست، حذف شده و به جای آن از آب به عنوان مبرد، از ژنراتور حرارتی (کوره یا مشعل) به عنوان تبدیل کننده آب به بخار و از ماده ای

شیمیایی به عنوان جذب کننده بخار آب استفاده می شود که نامگذاری این چیلر به عنوان چیلر جذبی، به دلیل استفاده از همین مواد و عملکرد آنها در چرخه سرما سازی است؛ استفاده از چیلرهای جذبی، به دلیل کم مصرف و کم صدا بودن بسیار متداول بوده و برای خنک کردن فضاهای بزرگ تجاری و مسکونی و صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند.

تقسیم بندی چیلرهای جذبی بر اساس نوع ماده جاذب و مبرد:

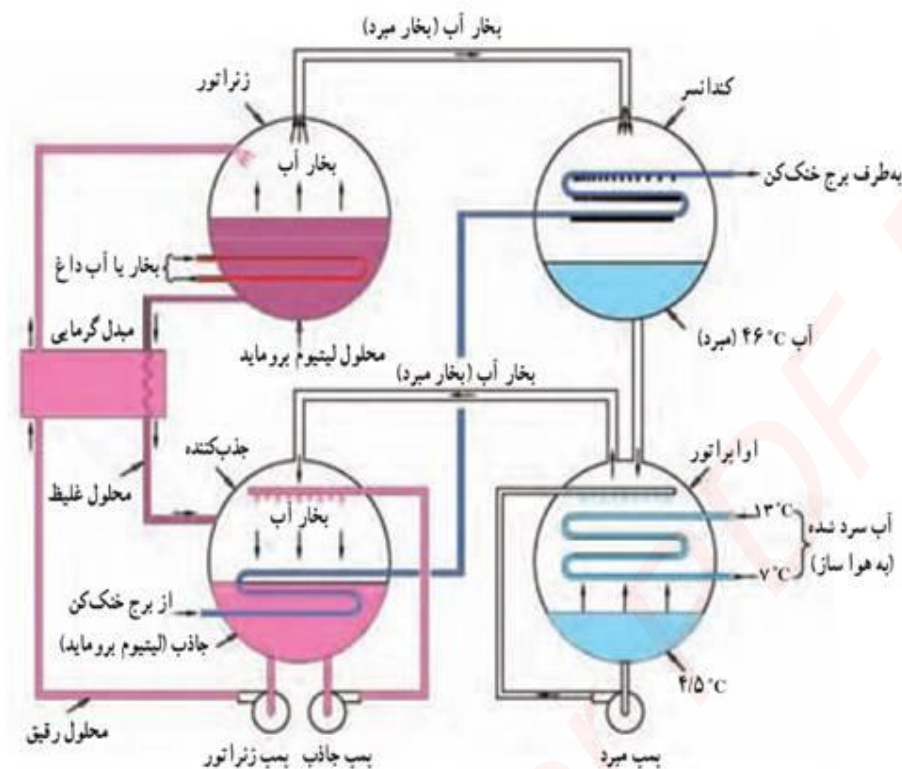
۱- چیلرهای جذبی با مبرد آب و ماده جاذب محلول لیتیوم بروماید (Absorption)

۲- چیلرهای جذبی با مبرد آمونیاک و ماده جاذب آب (Absorption)

۳- چیلرهای جذبی با مبرد آب و جاذب جامد (Adsorption)

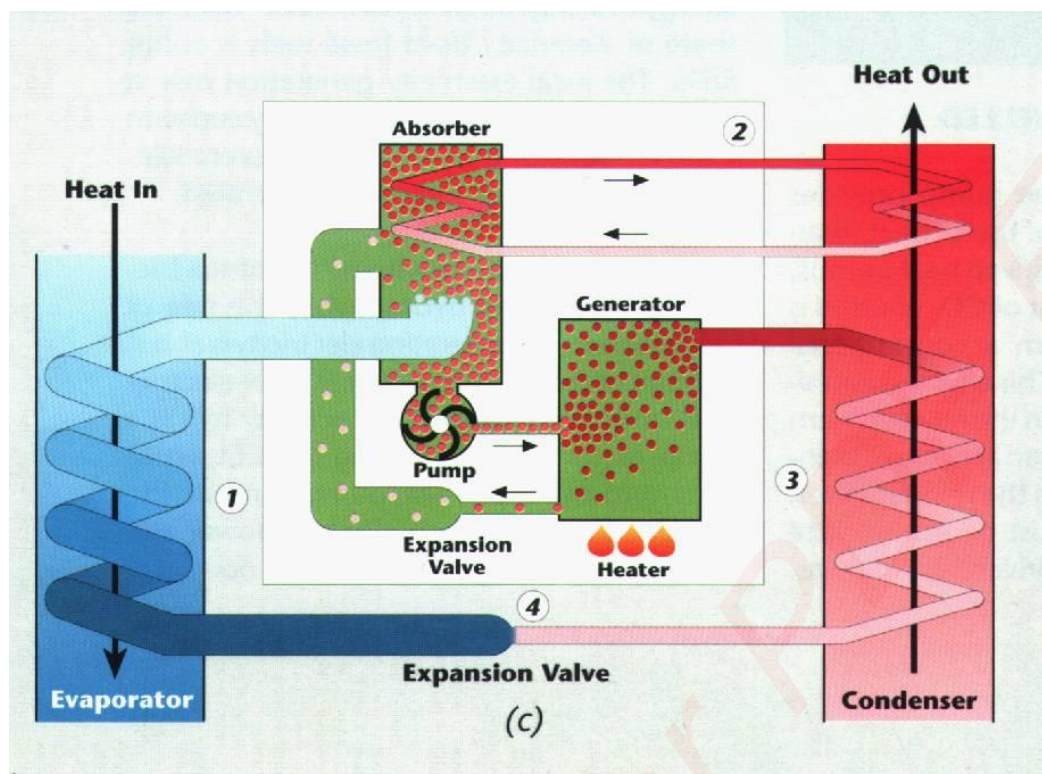
چیلر جذبی لیتیوم بروماید

در این نوع چیلر جذبی مبرد (آب) در فشار خیلی کم و در مجاورت جاذب (لیتیوم بروماید) تبخیر شده و در حال تبخیر با دریافت گرما از آب سیستم آن را خنک نموده و جذب محلول جاذب می شود این موضوع باعث رقیق شدن محلول و کم شدن قدرت جذب آن می شود محلول رقیق وارد ژنراتور شده و در آنجا با گرمای دریافتی از یک منبع حرارتی می جوشد و تبخیر آب موجود در آن باعث بالا رفتن غلظت آن می شود آب تبخیر شده در کندانسور تقطیر و خنک شده و وارد تانک مبرد می شود. به این ترتیب سیکل مجدد به حرکت خود ادامه می دهد.



چیلر جذبی آمونیاک

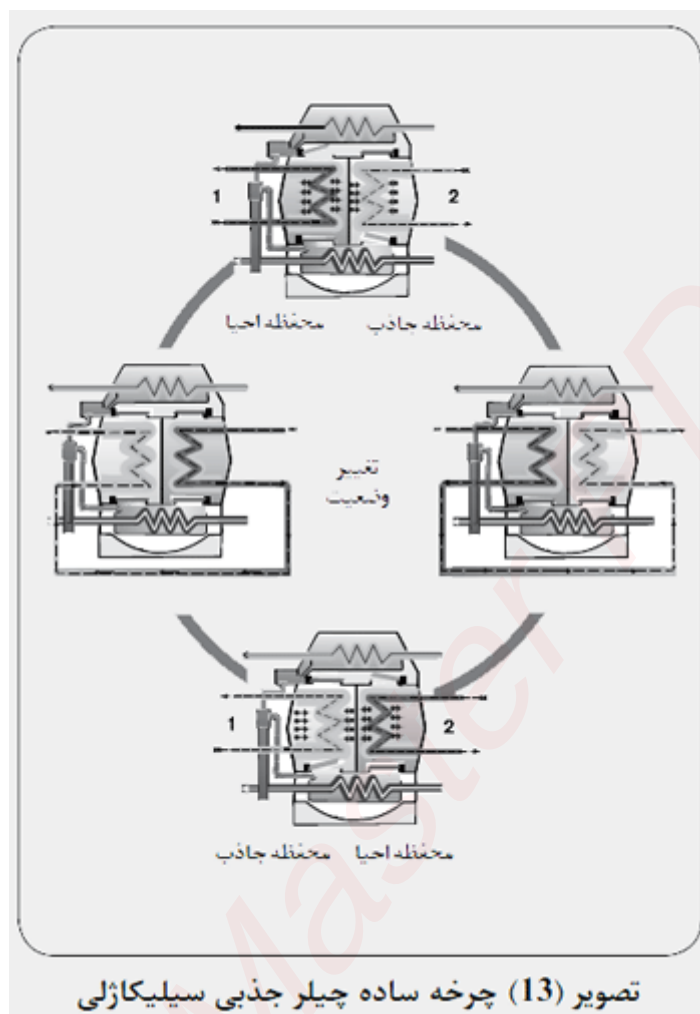
چیلر های جذبی آمونیاکی با تفاوتی کمی مانند چیلر های جذبی لیتوم بروماید می باشند با این تفاوت که در این سیکل آمونیاک مبرد بوده و آب جاذب می باشد. در واقع در اواپراتور گرمای محیط جاذب آمونیاک شده و سپس با تبخیر آمونیاک چرخه سرد سازی آغاز می گردد در ابزربر مبرد تبخیر شده جاذب ماده جاذب (آب) می گردد جاذب پس از جاذب آمونیاک ضعیف می گردد در واقع قدرت جاذب آب کم می شود. پس از ضعیف شدن جاذب برای بهبود قدرت جاذب آن و قوی شدن جاذب به ژنراتور فرستاده می شود در ژنراتور با گرما دادن به محلول ضعیف مبرد از جاذب جدا می گردد محلول جاذب قوی مجدداً به ابزربر بر می گردد. مبرد جدا شده از محلول (گاز آمونیاک) در کندانسور خنک شده و سپس به اواپراتور بر می گردد.



چیلرهای جذبی سیلیکاژلی

ماده مبرد در این گونه سیستم ها آب و ماده جاذب سیلیکاژل است. گرمای ژنراتور هم از طریق آب گرم ۵۰ تا ۹۰ درجه سانتیگراد تامین میشود. دمای آب سرد خروجی از آنها می تواند تا ۳,۳ درجه سانتیگراد کاهش یابد. ضریب کارایی این سیستمها بین ۰,۶۸ تا ۰,۷۵ است و از این نظر می توانند رقبای سرسختی برای چیلرهای یک اثره لیتیومی باشند. در حال حاضر تولید آنها محدود و کاربردهای آنها چندان فراگیر نشده است. یکی از معایب این سیستم حجم نسبتاً زیاد آنهاست. به همین دلیل بیش از ظرفیت های ۲۵ تا ۱۸۰ تن تبرید مورد استفاده قرار نمی گیرند. از دیگر معایب بزرگ این سیستمها وجود چهار شیر در مدار چهار محفظه اصلی است که احتمال بروز عیب در داخل چیلر را افزایش داده و این مشکل با توجه به عدم دسترسی به این شیرها مضاعف می شود. چیلرهای جذبی سیلیکاژلی با محیط زیست سازگار بوده و هیچ گونه تأثیرات زیانباری ندارند. از نظر ساختار و فرایند به راحتی در انواع سیستمهایی که به نوعی از انرژی های نو و تجدید پذیر بهره می گیرند، جای گرفته و می توانند به عنوان پمپ های حرارتی نیز مورد استفاده قرار گیرند. مصرف برق این چیلرها بسیار کم است. به عنوان مثال چیلری از این نوع به ظرفیت ۱۸۰ تن تبرید تنها نیازمند ۴۰۰ وات یا ۰,۴ کیلو وات است. این گونه چیلرها تنها دارای دو پمپ کوچک برای ایجاد خلأ و گردش ماده مبرد - آب- هستند و به غیر از چهار شیر داخلی هیچ گونه قطعه متحرک و مستهلک شونده ای در ساختار آنها به کار نرفته است و به همین دلیل هزینه راهبری آنها نسبتاً کم و عمر مفیدشان زیاد است و در عین حال تجهیزاتی بی

سرو صدا و بدون ارتعاش هستند. در این چیلرها نیز برای تبخیر آب در اواپراتور باید فشار بین ۲۰ تا ۱۰ میلی متر جیوه کاهش یابد.



کریستالیزاسیون در چیلرهای جذبی

کریستالیزاسیون لیتیوم بروماید در چیلرهای جذبی (ابزوربشن) در مدل‌های اولیه؛ موجب بروز مشکلاتی در کارکرد آنها می‌شد. برای اینکه مشکل کریستالیزاسیون بهتر درک شود شاید حالت روغن نباتی جامد مثال مناسبی باشد. روغن نباتی جامد در درجه حرارت معینی به صورت مایع روان است، اما با پایین آمدن دما به صورت جامد تغییر حالت می‌دهد. محلول لیتیوم بروماید نیز چنین است، یعنی در غلظت و درجه حرارت خاصی تغییر حالت داده و به صورت بلور کریستال تغییر می‌یابد که این پدیده در مسیر سیرکولاسیون محلول ایجاد اختلال می‌نماید. پس عامل اصلی کریستالیزاسیون، غلظت بالا و دمای پایین لیتیوم بروماید است.

محلول غلیظ که از ژنراتور خارج می‌شود معمولاً به جهت افزایش راندمان چیلر از مبدل حرارتی عبور داده می‌شود و گرمای آن به محلول رقیق که در جهت عکس به طرف ژنراتور در جریان است منتقل می‌گردد. بنابراین دمای محلول غلیظ خروجی از مبدل متناسب با دمای محلول رقیق خروجی از ابزوربر به علت پایین بودن بار چیلر یا دمای

بیش از اندازه پایین آب برج خنک کن که در لوله های ابزوربر در جریان است افت می نماید که اگر این افت دما زیاد باشد محلول غلیظ در آن دما از مایع به جامد تغییر حالت داده و اصطلاحاً کریستالیزاسیون اتفاق می افتد. بنابراین تنها راه حل رفع مشکل افزایش مجدد دما در مبدل است تا رفع کریستال صورت می پذیرد.

برای جلوگیری از کریستالیزاسیون در بعضی چیلرهای جذبی در محفظه خروجی ژنراتور لوله ای U شکل جهت حفظ اختلاف فشار مخزن ژنراتور و اواپراتور به گونه ای نصب گردیده است که به محض بروز کریستال و پس خوردن محلول غلیظ در مسیر خروجی ژنراتور، محلول داغ از آن به کف ابزوربر جریان می یابد و به این طریق دمای محلول خروجی از ابزوربر (محلول رقیق) که پایین بودن دمای آن سبب ایجاد کریستال شده است افزایش می یابد و در حین عبور از مبدل سبب گرم شدن کریستال و نهایتاً تبدیل شدن آن به مایع می گردد و مجدداً مسیر باز شده و بدین ترتیب رفع کریستال صورت می گیرد.

علت اصلی کریستالیزاسیون دمای بیش از حد پایین آب برج خنک کن می باشد. علت دیگری نیز که در چیلرهای جذبی سبب کریستالیزاسیون می شود وجود نشتی در چیلر و افزایش فشار داخل محفظه اواپراتور است.

محلول جاذب در شرایط عملکردی عادی کریستال نمی کند. اما در صورتیکه چنین اتفاقی افتاد، جهت تشخیص علت و نحوه برطرف کردن آن به بخش رفع اشکال رجوع کنید . هنگامی که این وضعیت رخ دهد، معمولاً محلول در داخل مبدل حرارتی کریستال کرده و جلوی جریان محلول غلیظ را از ژنراتور می گیرد . در این حالت محلول به درون یک لوله سرریز شده و مستقیماً به درون مخزن جاذب می ریزد. سپس پمپ محلول، محلول داغ را از درون لوله های مبدل حرارتی گذرانده و به طور خودکار گرمای محلول موجب رفع کریستال می شود .

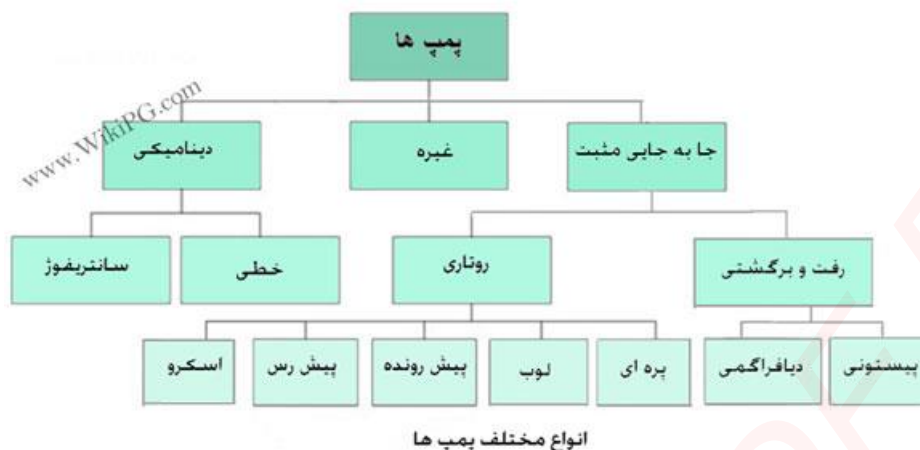
در صورتیکه پس از یک دوره طولانی خاموشی دستگاه ، کریستال به وجود آید (چنانچه عملیات رقیق سازی به درستی انجام نشده باشد یا در صورت قطعی برق) ممکن است کریستال باعث جلوگیری از چرخش روتور گردیده و حتی پمپ **Overload** نماید که این حالت می تواند عمل آن را مختل سازد.

پمپ (Pump)



پمپ وسیله‌ای مکانیکی برای انتقال مایعات است که با افزایش فشار جریان آن، امکان جابجایی را به ارتفاعی بالاتر (با افزایش هد) یا حتی پایین دست (معمولاً حوضچه یا مخزن) فراهم می‌آورد. پمپ کاربردهای فراوان در صنعت و حتی در وسایل نقلیه دارد. مانند پمپ بنزین یا پمپ آب خودرو تا پمپ‌های بزرگ برای پر کردن حوضچه‌های تعمیر کشتی. تلمبه‌های رایج و قدیمی شامل تلمبه باد برای باد کردن چرخ دوچرخه، موتور سیکلت یا تایر خودرو و همچنین تلمبه‌های دستی که آب یا سوخت را از مخزنی (مانند چاه آب) با مخزنهای دیگر منتقل می‌کنند، می‌شود.

به طور کلی پمپ به دستگاهی گفته می‌شود که انرژی مکانیکی را از یک منبع خارجی گرفته و به سیالی که از آن عبور می‌کند، انتقال دهد. در نتیجه، انرژی سیال پس از خروج از این دستگاه (پمپ) افزایش می‌یابد. در پمپ‌ها تغییرات انرژی سیال همواره به صورت تغییر فشار سیال مشاهده می‌گردد. از پمپ‌ها برای انتقال سیال به یک ارتفاع معین و یا جابجایی آن در یک سیستم لوله کشی و یا هیدرولیک استفاده می‌نمایند. به عبارت کلی تر، از پمپ برای انتقال سیال از یک نقطه به نقطه دیگر استفاده می‌کنند.



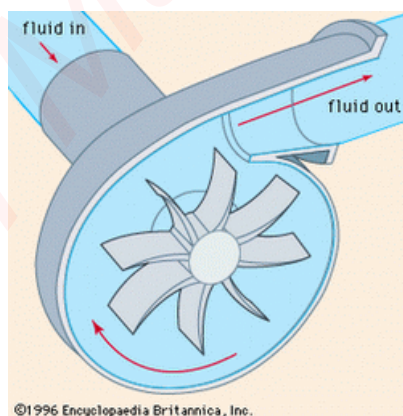
مهم ترین پمپ هایی که در این نوشتار بحث می شوند عبارت اند از:

پمپ های گریز از مرکز centrifuge

پمپ های رفت و برگشتی cylinder

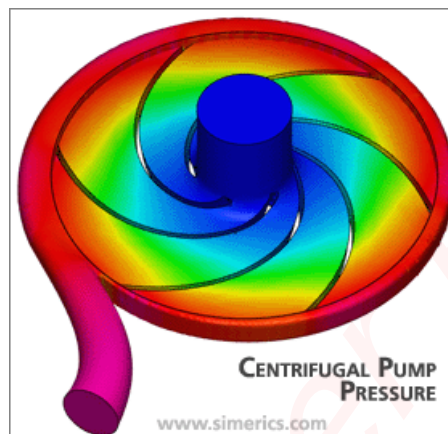
پمپ های چرخ دنده ای

پمپ های سانتریفوژ:



این پمپ ها از نوعی می باشند که انتقال انرژی از آنها به سیال به طور دائمی انجام می پذیرد. پمپ های سانتریفوژ معمولاً نیروی محرکه خود را از طریق یک الکترو موتور (موتور الکتریکی) دریافت می کنند. انتقال نیروی محرکه از موتور به پمپ از طریق یک محور به نام شفت منتقل می شود. شفت موتور به وسیله نوعی تجهیزات مکانیکی به نام کوپلینگ به شفت پمپ متصل شده است. به این ترتیب انتقال نیرو به راحتی از طریق شفت موتور الکتریکی به شفت پمپ منتقل می گردد.

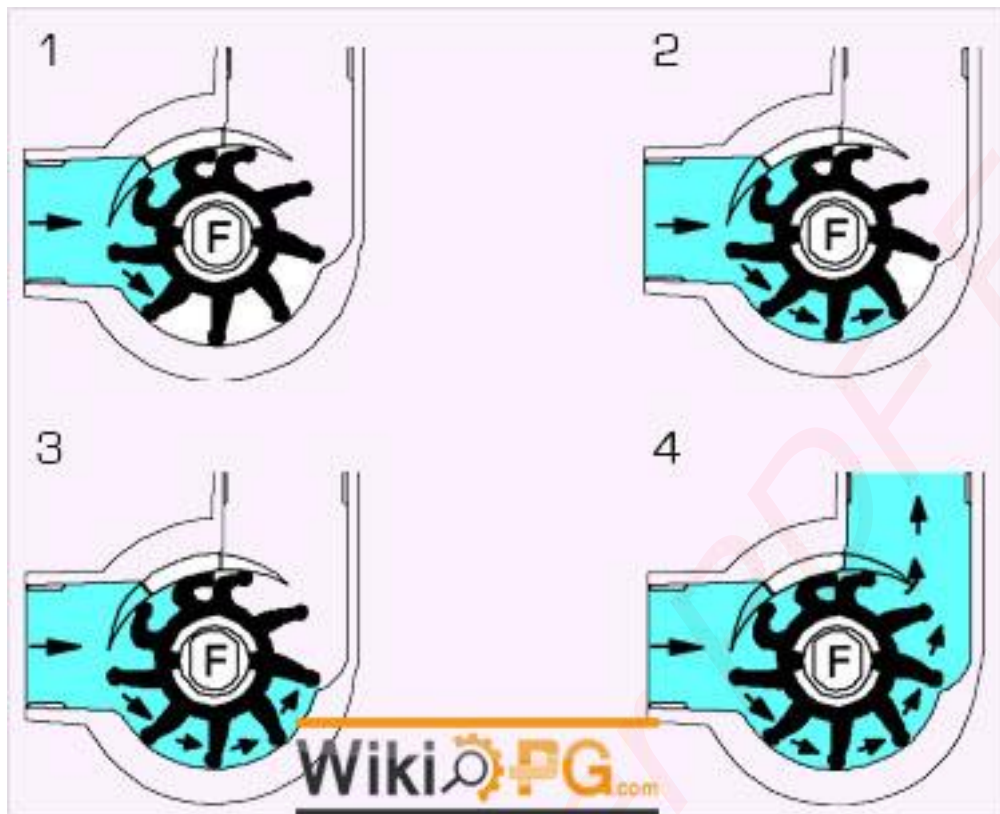
پمپ های سانتریفوژ دارای یک محفظه هستند که حلزونی شکل است و پوسته یا کیسینگ نامیده می شود و درون آن یک یا چند چرخ قرار دارند که روی یک محور (شفت) نصب شده اند. هر چرخ مجهز به تعدادی پره می باشد. انتقال انرژی به سیال در این قسمت انجام می شود. برای اینکه از محل خروج شفت از کیسینگ پمپ سیالی خارج نشود و اصطلاحاً نشتی به خارج نداشته باشیم از ابزاری به نام مکانیکال سیل استفاده شده است. نکته بسیار مهم در مورد این نوع پمپ ها هواگیری یا پرایم کردن پمپ پیش از روشن کردن آنها می باشد. یعنی پس از لاین آپ نمودن پمپ و اطمینان از ورود سیال به داخل پمپ، باید از خروج کامل هوا یا گاز حبس شده در داخل پمپ نیز اطمینان حاصل نمود. از این نوع پمپ ها در ابعاد و اندازه های مختلف برای مصارف گوناگون ساخته می شوند.



در واقع یک پمپ گریز از مرکز بر اساس تبدیل انرژی جنبشی یک سیال جاری به فشار ایستا کار می کند. این نحوه عمل بوسیله قانون برنولی توصیف می شود. قاعده عملکرد پمپ گریز از مرکز را می توان با ملاحظه تاثیر تکان دادن یک سطل آب بر روی یک مسیر دایره ای شکل توسط یک طناب، نشان داد. نیرویی که آب را به کف سطل فشار می دهد، نیروی گریز از مرکز است. اگر یک سوراخ در کف سطل تعبیه شود، آب از طریق این سوراخ جریان می یابد. از این گذشته اگر یک لوله ورودی در بالای سطل تعبیه شود، جریان آب به بیرون سوراخ منجر به تولید یک خلاء موضعی در داخل سطل خواهد شد. این خلاء آب را از یک منبع در سمت دیگر لوله ورودی به داخل سطل خواهد کشید. بدین روش یک جریان پیوسته از منبع و به بیرون سطل بوجود می آید.

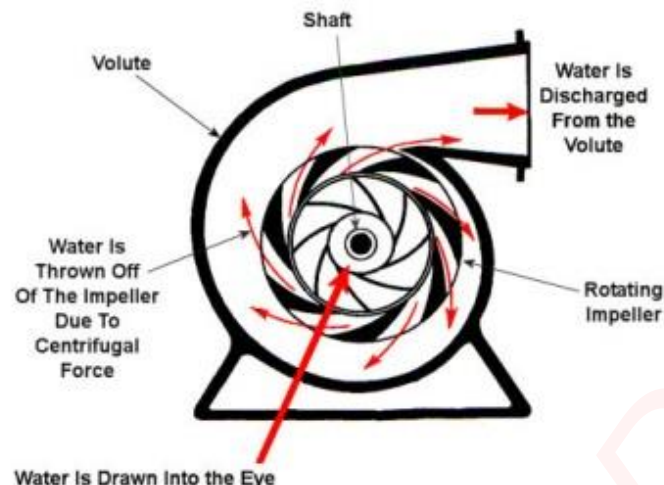
در رابطه با پمپ های گریز از مرکز، سطل و سرپوش آن متناظر با قاب پمپ، سوراخ و لوله ورودی متناظر با ورودی و خروجی پمپ هستند و طناب و بازو متناظر کار پروانه را انجام می دهد.

پمپ گریز از مرکز پمپی است که از یک پروانه گردان بمنظور افزودن فشار یک سیال استفاده می نماید. پمپ های گریز از مرکز عموماً برای جابجا کردن سیال از طریق یک سیستم لوله کشی کاربرد دارد. سیال در امتداد یا نزدیک محور چرخان وارد پروانه پمپ گشته و بوسیله این پروانه شتاب می گیرد و به سرعت به سمت بیرون و به داخل یک پخش کننده یا محفظه حلزونی جریان می یابد که از آنجا به درون سیستم لوله کشی پائین جریان خارج می گردد.



تیغه‌های روی پروانه بطور تصاعدی از مرکز پروانه پهن می‌شوند که سرعت را کاهش داده و فشار را افزایش می‌دهد. این امکان به پمپ گریز از مرکز اجازه می‌دهد تا جریان‌های پیوسته با فشار بالا ایجاد نماید.

پمپ‌های سانتریفوژ دارای یک محفظه هستند که حلزونی شکل است و پوسته یا کیسینگ نامیده می‌شود و درون آن یک یا چند چرخ قرار دارند که روی یک محور (شفت) نصب شده اند. هر چرخ مجهز به تعدادی پره می‌باشد. انتقال انرژی به سیال در این قسمت انجام می‌شود. برای اینکه از محل خروج شفت از کیسینگ پمپ سیالی خارج نشود و اصطلاحاً نشتی به خارج نداشته باشیم از ابزاری به نام مکانیکال سیل استفاده شده است. نکته بسیار مهم در مورد این نوع پمپها هواگیری یا پرایم کردن پمپ پیش از روشن کردن آنها می‌باشد. یعنی پس از لاین آپ نمودن پمپ و اطمینان از ورود سیال به داخل پمپ، باید از خروج کامل هوا یا گاز حبس شده در داخل پمپ نیز اطمینان حاصل نمود. از این نوع پمپها در ابعاد و اندازه‌های مختلف برای مصارف گوناگون ساخته می‌شوند.



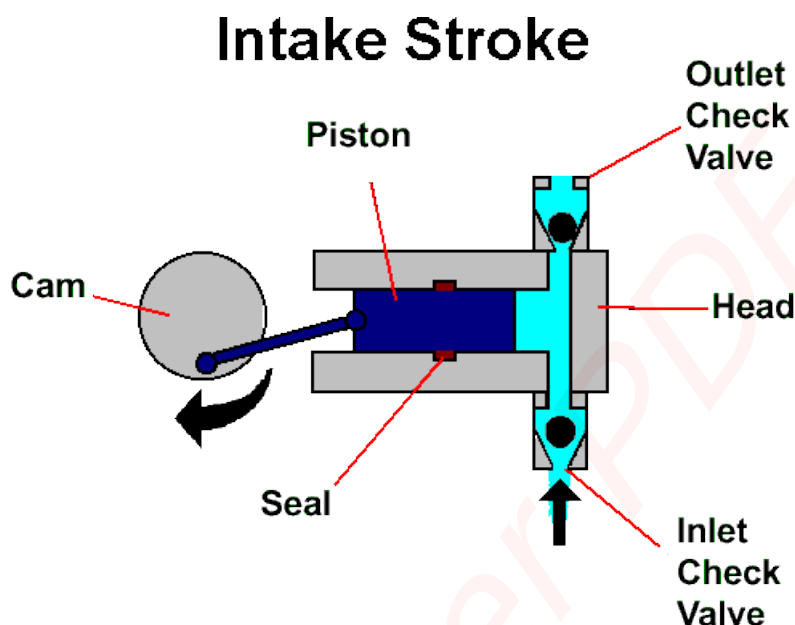
پمپ‌های گریز از مرکز را می‌توان به چند صورت دسته بندی نمود. یک شیوه دسته بندی، بر پایه جریانی است که بوجود می‌آورند. در این شیوه پمپ‌های گریز از مرکز به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- پمپ جریان شعاعی: در این پمپ‌ها فشار سیال تنها با اعمال نیروی گریز از مرکز افزایش می‌یابد. پمپ‌های این دسته، با یک سری پروانه‌های ورودی دارای سرعت مخصوص کمتر از ۴۲۰۰ و با دو سری پروانه‌های مکشی دارای سرعت مخصوص کمتر از ۶۰۰۰ هستند. در این پمپ‌ها سیال به طور معمول از طریق توپی وارد پروانه شده و به صورت شعاعی به محیط جریان می‌یابد.
- پمپ جریان مختلط: در این پمپ‌ها فشار تا حدودی با اعمال نیروی گریز از مرکز و تا حدودی نیز با اعمال نیروی بالابری (lift) که از جانب تیغه‌ها اعمال می‌شود افزایش می‌یابد. این دسته از پمپ‌ها دارای یک سری پروانه ورودی با جریان خروجی محوری هستند و تخلیه در راستاهای محوری و شعاعی انجام می‌شود. پمپ‌های این دسته به صورت معمول دارای سرعت مخصوص مابین ۴۲۰۰ تا ۹۰۰۰ هستند.
- پمپ جریان محوری: پمپ‌های این دسته که گاه پمپ‌های ملخی هم نامیده می‌شوند بیشترین افزایش فشار سیال را از طریق اعمال پروانه‌ها و یا عملیات بالابری تیغه‌ها اعمال می‌کند. این گروه یک سری پروانه ورودی به همراه جریان ورودی محوری و خروجی تقریباً محوری دارند. پمپ‌های این گروه غالباً دارای سرعت مخصوص‌هایی بیش از ۹۰۰۰ هستند. در حالت کلی از پمپ‌های جریان محوری هنگامی که تولید دبی لازم باشد استفاده می‌کنند و از پمپ‌های جریان شعاعی بمنظور افزایش فشار سود می‌برند.

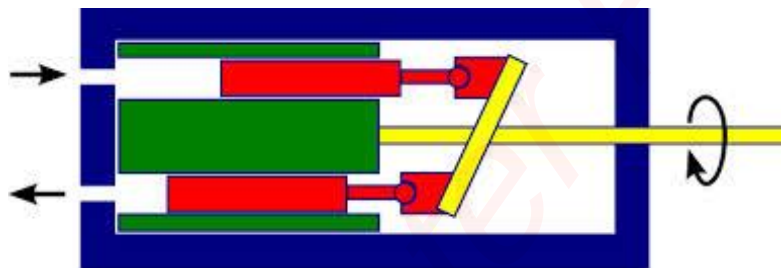
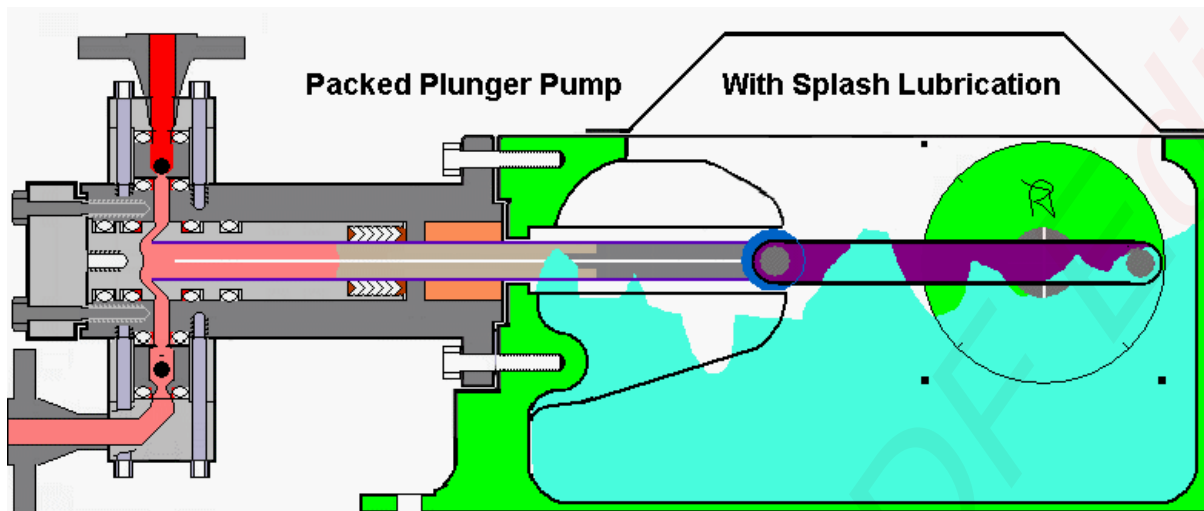
پمپ های رفت و برگشتی:

این نوع پمپ ها وسایلی هستند که انتقال انرژی از آنها به سیال به صورت پریودیک و دوره ای می باشد. نیروی محرکه این نوع پمپ ها نیز غالباً توسط موتورهای الکتریکی تامین می گردد. در این نوع پمپ ها حرکت چرخشی میل لنگ تبدیل به حرکت رفت و آمدی پیستونی در یک سیلندر می شود. با عقب رفتن پیستون در سیلندر ایجاد مکش شده و در نتیجه مایع از طریق یک شیر ورودی داخل سیلندر می گردد. با حرکت پیستون به طرف جلو

دریچه ورودی بسته و مایع از طریق شیر خروجی به خارج هدایت می گردد. شیرهای ورودی و خروجی یک طرفه بوده و طوری ساخته شده اند که در مراحل رفت و آمد پیستون، از ورود مایع داخل سیلندر به قسمت کم فشار و بالعکس ممانعت شود .

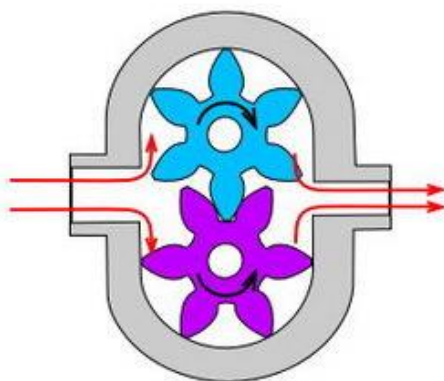


اگر به جای پیستون، پلانجری در داخل سیلندر رفت و آمد کند در این حالت به آن پمپ پلانجری می گویند. در ضمن چنانچه پلانجر دیافراگمی را حرکت دهد پمپ از نوع دیافراگمی است. فرق میان پیستون و پلانجر در این است که طول سر پیستون کوتاه تر از مسافتی است که پیستون درون سیلندر طی می نماید، در حالی که طول پلانجر بیشتر از طول مسافت طی شده توسط آن در داخل سیلندر می باشد. از طرفی در پمپ های پیستون از حلقه یا رینگ جهت آب بندی پیستون و سیلندر استفاده شده است که روی بدنه پیستون قرار گرفته و همراه آن حرکت می کند، در حالی که در پمپ های پلانجری این رینگ روی سیلندر قرار دارد و ثابت است. این پمپ ها معمولاً کم ظرفیت هستند ولی فشار خروجی سیال را می توانند تا مقدار زیادی افزایش دهند. بنابراین از این پمپ ها در جاهایی که نیاز به جا به جا کردن سیالی با حجم کم ولی فشار بالا می باشد استفاده می کنند. در ضمن باید به این نکته نیز توجه داشت که جریان سیال در این پمپ ها به صورت غیر یکنواخت می باشد. نکته بسیار مهم در مورد این پمپ ها آن است که هرگز نباید آنها را در حالی که شیر خروجی پمپ (دیسچارج پمپ) بسته است روشن نمود.



پمپ‌های چرخ دنده‌ای Gear

این پمپها نوعی از پمپ های گردشی یا روتاری می‌باشند. پمپ‌های چرخ دنده‌ای از دو قسمت متمایز تشکیل شده اند، یکی قسمت جداره ثابت و دیگری قسمت دوار که شامل یک محور گردان با چرخ دنده می‌باشد. در پمپ‌های چرخ دنده‌ای مقداری مایع بین دنده‌های چرخ دنده پمپ به اصطلاح به تله می افتد و در اثر چرخیدن چرخ دنده‌ها این مایع به قسمت خروجی پمپ رانده می‌شود. این پمپ‌ها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که در آنها فاصله میان اجزاء گردنده و جداره ثابت بسیار کم می‌باشد. کار برد این پمپها برای جا به جایی مایع با حجم کم و فشار متوسط می‌باشد. نکته مهم در مورد این پمپها آن است که هرگز نباید آنها را در حالیکه شیر خروجی پمپ (دیسشارژ پمپ) بسته است روشن نمود؛ چرا که در این حالت، اگر هیچ شیر اطمینانی (سیفتی ولو) در مسیر دیسشارژ پمپ وجود نداشته باشد، یا خود پمپ از بین می‌رود و یا اینکه لوله تخلیه می شکند.



چرخ دنده ساده:

در عمل در پمپهای دورانی از دو جور چرخ دنده ساده استفاده می کنند : نوع داخلی و نوع خارجی ، در مورد نوع خارجی باید گفت که در موقع جدا شدن هر زوج دندانه در گیر ، خلائی پدید میآید و فشار جونیز همین فرصت را غنیمت شمرد و سیال را با فشار از طریق دهانه ورودی پمپ به داخل میراند و آن را پر میکند ، با کمی تقریب می توان فرض کرد که مجراهای ورودی و خروجی بخاطر وجود چرخ دنده های درگیر ، کاملاً از هم مجزا می باشند ، بنابراین آبی که بین فاصله دو دندانه متوالی هر چرخ دنده حبس میشود همراه با آن گردش کرده و در نزدیکی محفظه ثانویه پمپ از آن جدا شده و بناچار به خارج رانده می شود .



در مورد طرز کار پمپ دورانی با دنده ساده از نوع داخلی باید گفت که قدرت موتور به یکی از جپر خ دنده ها داده شده و دوران چرخ دنده مزبور باعث گردش چرخ دنده هرزگرد دیگری که با آن در تماس است می شود ، در موقه جدا شدن درگیری هر دندانه از دندانه مشابه درروی چرخ دنده دیگر ، افزایش حجم موجب ایجاد یک خلاء جزئی می شود ، در این جا است که فشار جو موجب رانده شدن سیال به داخل بدنه پمپ می شود ، سیال وارد شده به محض دخول در فاصله بین دو دندانه متوالی و بدنه پمپ گیر کرده و بطرف محفظه ثانویه حرکت می کند ، و از آنجا به بیرون رانده می شود .

پمپهای دورانی بادنده داخلی فقط دو عضو متحرک دارند: روتور که بادقت تمام تراشیده شده و یک چرخ دنده هرزگرد، دندانه های چرخ دنده داخلی و دنده هرزگرد در نزدیکی محفظه مکش از هم جدا شده و در محفظه رانش مجدداً بایکدیگر درگیر می شوند.

جهت دوران محور پمپ، محفظه های مکش و رانش را تعیین می کند، دلیل اینکه چرا جهت دوران محور، محفظه ها را مشخص می کند. در نقطه a که در حقیقت آغاز جداشدن درگیری چرخ دنده ها است، سیال از طریق محفظه مکش به داخل کشیده می شود، در نقطه b که آن را باید شروع درگیری دندانه هادانست، سیال با فشار به طرف محفظه رانش رانده میشود، معکوس کردن جهت دوران، جهت جریان سیال در داخل پمپ را وارونه میکند، در موقع تعیین جهت دوران محور پمپ، همیشه از انتهائی که شامل محور است به پمپ نگاه کنید، در صورتیکه دستورالعمل یا تذکر خاصی داده نشده باشد، فرض براین است که محور پمپ در جهت گردش عقربه های ساعت می گردد. در نتیجه میتوان انتظار داشت که محفظه مکش در سمت راست قرار بگیرد. دو قطعه را به صورت خاصی تراشیده و با هم درگیر کرده اند، یکی از این قطعات را باید در حقیقت یک چرخ دنده مخصوص داخلی دانست و درگیری رایک چرخ دنده خارجی انگاشت، مجموعه بدست آمده را مکانیسم ژیروتور می نامند، در این مکانیسم، سطوح داخلی و خارجی دو قطعه یاد شده دائماً بیکدیگر تکیه داشته و روی یکدیگر تماس لغزشی دارند و بنابراین سیال را بطور دائم و با آب بندی کامل انتقال می دهند، در موقع جداشدن درگیری، فضای بین آنها زیاد شده و درست در محل محفظه مکش که ازدیاد فضای بین دندانه ها ظاهر می شود یک خلاء جزئی ایجاد می شود، وقتی فضای بین دندانه ها به حداکثر حجم خود دست می یابد، محفظه رانش را در مقابل خود می بیند، از این لحظه به بعد که درگیری دندانه ها مجدداً آغاز شده و حجم محفظه شروع به کاهش می نماید، سیال مزبور به تدریج به خارج رانده می شود.

پمپ دورانی با چرخ دنده مارپیچی spiral gear pump:

این پمپ برای کارهای مختلف از قبیل روغنکاری بافشار، سوخت رسانی، کلیه کارهای هیدرولیکی و یا بطور کلی انتقال سیالات بدون ذرات مزاحم بکار می رود، این پمپ در هردو جهت کار کرده و به آب بندی و راه اندازی اولیه نیاز ندارد، یک نمونه دیگر از این پمپ ها که جمع وجور و بی سروصدا تراز بقیه بوده و بیشتر برای بالابرها و پله برقیها ی هیدرولیکی بکار می برد.



کاویتاسیون

این پدیده یکی از خطرناکترین حالت‌هایی است که ممکن است برای یک پمپ به وجود آید. آب یا هر مایع دیگری، در هر درجه حرارتی به ازای فشار معینی تبخیر می‌شود. هرگاه در حین جریان مایع در داخل چرخ یک پمپ، فشار مایع در نقطه‌ای از فشار تبخیر مایع در درجه حرارت مربوطه کمتر شود، حبابهای بخار یا گازی در فاز مایع به وجود می‌آیند که به همراه مایع به نقطه‌ای دیگر با فشار بالاتر حرکت می‌نمایند. اگر در محل جدید فشار مایع به اندازه کافی زیاد باشد، حبابهای بخار در این محل تقطیر شده و در نتیجه ذراتی از مایع از مسیر اصلی خود منحرف شده و با سرعت‌های فوق العاده زیاد به اطراف و از جمله پره‌ها برخورد می‌نمایند. در چنین مکانی بسته به شدت برخورد، سطح پره‌ها خورده شده و متخلخل می‌گردد. این پدیده مخرب در پمپ‌ها را کاویتاسیون می‌نامند. پدیده کاویتاسیون برای پمپ بسیار خطرناک بوده و ممکن است پس از مدت کوتاهی پره‌های پمپ را از بین ببرد. بنابراین باید از وجود چنین پدیده‌ای در پمپ جلوگیری گردد. کاویتاسیون همواره با صداهای منقطع شروع شده و سپس در صورت ادامه کاهش فشار در دهانه ورودی پمپ، بر شدت این صداها افزوده می‌گردد. صدای کاویتاسیون مخصوص و مشخص بوده و شبیه برخورد گلوله‌هایی به یک سطح فلزی است. هم‌زمان با تولید این صدا پمپ نیز به ارتعاش در می‌آید. در انتها این صداهای منقطع به صداهایی شدید و دائم تبدیل می‌گردد و در همین حال نیز راندمان پمپ به شدت کاهش می‌یابد. کاویتاسیون در لغت از کلمه Cavity به معنای حفره آمده و منظور از کاویتاسیون ایجاد حفره یا حفره زائی است. در صورت وقوع این پدیده یکی از خسارات آن ایجاد خوردگی و حفره بر روی بدنه پروانه و پوسته پمپ است. قبل از توضیح پدیده کاویتاسیون لازم است اشاره به نقطه جوش و فشار بخار مایعات صورت گیرد. نقطه جوش مایعات به فشاری که مایع در آن قرار دارد بستگی دارد. مثلاً آب در فشار یک اتمسفر در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌جوشد که این دما در فشار ۰/۵ اتمسفر در حدود ۸۰ درجه است. ممکن است

در داخل پمپ شرایطی بوجود آید به طوریکه در دمای موجود با توجه به کاهش فشاریکه ایجاد شده، سیال بجوشد. این پدیده در صورت وقوع در ابتدای پره در داخل پروانه رخ می دهد. تبدیل مایع به حباب های بخار همراه با افزایش حجم ناگهانی می باشد (دانسیتة مایع بیش از ۱۰۰۰ برابر دانسیته بخار در این شرایط است). حباب تشکیل شده با سرعت زیادی به جلو هدایت می شود. درنیمه دوم پره با افزایش فشار سیال شرایط از حالت اشباع به حالت مایع فشرده بر می گردد و طی پدیده پیچیده ای حباب بخار سقوط کرده و ضمن تقطیر شدن با سرعت زیاد (تا ۵۰ متر برثانیه) به اطراف برخورد می کند. قطرات سیال که با این سرعت به اطراف برخورد می کنند، دارای ممنتوم بسیار بالایی هستند به طوری که نیروی وارد شده از طرف این ذرات بر دیواره پروانه قادر است قسمتی از بدنه پروانه را کنده و بر روی آن ایجاد حفره کند. کمتر فلزی در برابر این نیرو مقاومت می کند، آلیاژهای فولاد -کرم مقاومت بهتری در مقابل این پدیده دارند. این پدیده معمولا با ایجاد سر و صدا نیز همراه است که فرکانس آن به ۱ MHz می رسد به این صدا اصطلاحا صدای سفید گفته می شود. می توان از طریق اندازه گیری صدا بروز کاویتاسیون را تشخیص داد. شکل ۳- ۱ نحوه ایجاد حباب در ناحیه مکش پره و تاثیر کاویتاسیون بر قسمت انتهایی پره را نشان می دهد. شکل ۳- ۲ یک پروانه پمپ سانتریفوژ را که در اثر کاویتاسیون در آن ایجاد حفره شده نشان می دهد.



فن (Fan)



فن (Fan) دستگاهی است که جریانی از سیال یا هوا را از خود عبور می دهد. این عبور از طریق پره ها و تیغه هایی است که هوا در آن جریان دارد. به این تیغه ها اصطلاحاً پروانه گفته می شود و توسط روتور که در محفظه خاصی قرار دارد گردش می کند تا اشیا خارجی به آن وارد نشود. اغلب فن ها با الکتروموتور کار می کنند ولی منابع دیگری مانند موتورهای هیدرولیکی یا احتراق داخلی نیز برای این منظور وجود دارند. فن ها جریان هوا با حجم بالا و فشار پایین تولید می کنند برخلاف کمپرسورها که در حجم کم و فشار بالا تولید جریان می کنند. فن ها در کنترل هوای ساختمان و دمای آسایش انسان، خنک کاری سیستم های تهویه مطبوع، استخراج بخار، کشاورزی (جدا کردن کاه از دانه غلات)، از بین بردن گرد و خاک (جاروبرقی) و... نقش مهمی دارند.

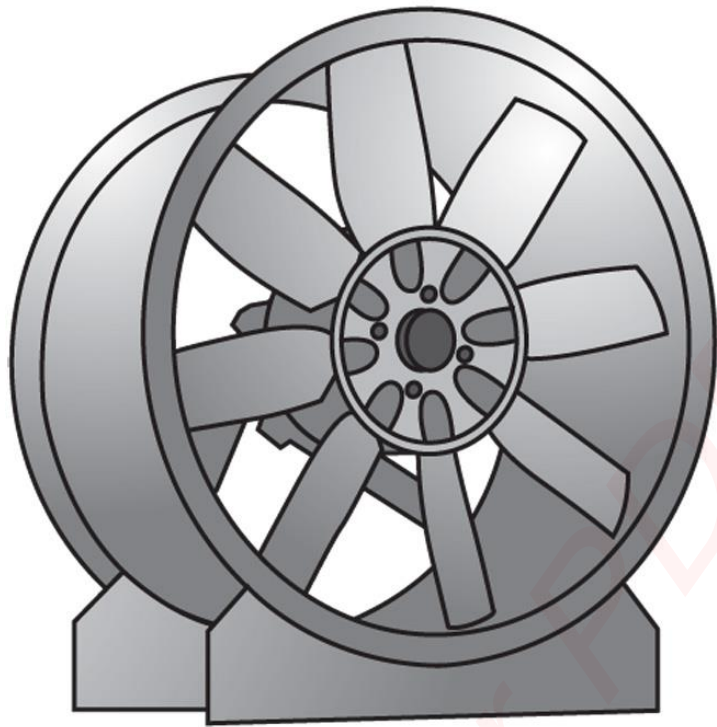
دو نوع فن اصلی وجود دارد:

فن جریان محوری Axial

فن گریز از مرکز centrifugal

فن جریان محوری

فن های جریان محوری پره هایی دارند که هوا را به موازات محور چرخش تیغه ها به حرکت در می آورند. این مدل از فن ها کاربرد فراوانی دارند از فن های کوچک موتورهای گرفته تا فن های بزرگ به کار رفته در تونل باد. فن جریان محوری ارزان و سبک می باشد از این رو در تهویه مطبوع و هواکش های صنعتی کاربرد زیادی دارد. قطر این فن ها از ۳۰۰ - ۴۰۰ میلی متر تا ۱۸۰۰-۲۰۰۰ میلی متر بوده و تا فشار ۸۰۰ پاسکال کار می کنند.



فن گریز از مرکز

فن گریز از مرکز به وسیله نیروی گریز از مرکز، هوا را به جریان می‌اندازد. در این گونه فن‌ها زاویه ورود و خروج هوا ۹۰ درجه است. فن‌های سانتریفور معمول ترین نوع فنهای مورد استفاده در صنایع هستند. در این فن‌ها، هوا از بخش پروانه به سمت پره‌ها حرکت کرده و انرژی جنبشی آن زیاد می‌شود. این انرژی جنبشی قبل از ورود به بخش خروجی به انرژی فشاری تبدیل شده و در نتیجه فشار هوا بالا می‌رود. فن‌های سانتریفوژ برای جریان‌های حاوی ذرات (رطوبت و گرد و غبار)، برای انتقال مواد و همچنین برای سیستم‌های دارای دمای بالا کاربرد دارد.





فن های گریز از مرکز به سه دسته رو به جلو (forward curved)، رو به عقب (backward curved) و شعاعی (radial) تقسیم می شوند.

